



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

Confirmation No.: 2113

TAMAKI et al.

Atty. Ref.: 925-319

Serial No. 10/531,085

Group: 1793

Filed: April 11, 2005

Examiner: C. Koslow

For: OXYNITRIDE PHOSPHOR AND PRODUCTION PROCESS THEREOF, AND  
LIGHT-EMITTING DEVICE USING OXYNITRIDE PHOSPHOR

\* \* \* \* \*

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**Rule 1.131 Declaration of Keiichi Gonjou**

I, Keiichi Gonjou, am a Japanese Patent Attorney with Aoyama & Partners of Osaka, Japan, authorized to act on behalf of **Nichia Corporation**, assignee of the entire right, title and interest of **U.S. Patent Application 10/531,085** (hereinafter "the '085 application") and hereby declare as follows:

1. I am responsible for the prosecution of the '085 application as well as the PCT application from which the '085 application claims priority.
2. The inventions contained in the '085 application, as reflected in the attached amended claims (see attached Exhibit A), were conceived prior to (a) the effective date of U.S. Patent 6,717,353, entitled "Phosphor Converted Light Emitting Device" and issued to Mueller et al., and (b) the effective date of U.S. Patent Application 2005/0205845, entitled "Luminescent Material, Especially for LED Application" filed by A. Delsing et al. These two references were cited by the Examiner singly or in combination against the claims of the '085 application in the Office Action dated

November 29, 2007. The earliest effective date of the Mueller patent is October 14, 2002 and the earliest effective date of the Delsing application is September 23, 2003.

3. The earlier conception date of the attached amended claims is established by the attached copy of a Laboratory Notebook (Notebook) wherein inventors, H.Tamaki et al., describe their inventions reflected in the attached amended claims. See Exhibit B and Exhibit B1 (an English translation of Exhibit B), attached hereto. The inventors' Notebook pages were signed by the inventors prior to October 14, 2002.

4. In addition, the inventions disclosed in the Notebook pages were witnessed in other contemporaneous documents by notaries Mr. Takahide Yashuda and Mr. Kouichi Kusano prior to October 14, 2002, as evidenced by their seals on Monthly Reports that were drafted on the basis of the inventors' Notebook pages. See Exhibits: C, C1 (identifying Mr. Yashuda's seal), and C2 (an English translation of Exhibit C); D, D1 (identifying Mr. Yashuda's seal), and D2 (an English translation of Exhibit D); E, E1 (identifying Mr. Kusano's seal), and E2 (an English translation of Exhibit E).

5. In addition, Mr. Eiji Ogawa, the President of Nichia Corporation, witnessed the Monthly Reports as show by his signature on page 2 of Exhibits C, D and E dated prior to October 14, 2002; Mr. Kaoru Sinoyama, Division Director of Nichia Corporation, witnessed the Monthly Reports as shown by his signature on page 2 of Exhibits C and D dated prior to October 14, 2002; Mr. Teruji Yamakawa, General Manager of Nichia Corporation, witnessed the Monthly Reports as shown by his signature on page 2 of Exhibits C, D, and E dated prior to October 14, 2002; Mr. Miyuki Sumitomo, Engineer Manager of Nichia Corporation, witnessed the Monthly Reports as evidenced by his

TAMAKI et al.  
Appln. No. 10/531,085

signature on page 2 of Exhibits C, D, and E dated prior to October 14, 2002; and Mr. Keiji Ichinomiya, Development Department Manager of Nichia Corporation, witnessed the Monthly Reports as shown by his signature on page 2 of Exhibits C, D, and E dated prior to October 14, 2002. It should be noted that each of the above named individuals signed page 2 of the identified Monthly Reports prior to its attestation by the respective notary.

6. In keeping with United States Patent and Trademark Office policy the actual dates appearing in the attached Notebook pages, monthly reports, and this Declaration have been redacted, but I attest that all such dates are earlier in time than October 14, 2002, the earliest possible effective date of the cited references, i.e., the Mueller et al. patent and the Delsing application.

7. Mr. Tomohisa Kishimoto, of the Intellectual Property Department of Nichia Corporation, was in charge of drafting all six priority applications to the '085 application. Mr. Kishimoto is currently a Japanese Patent Attorney of the Legal & Intellectual Property Department of Nichia Corporation. Mr. Kishimoto was asked to draft and file the first priority application (JP 2002-301636) on September 4, 2002 which is prior to the critical date of October 14, 2002 of the cited references. He diligently prepared a draft on September 19, 2002 which was also prior to October 14, 2002, and subsequently diligently finalized and filed the application in the Japan Patent Office on October 16, 2002. Mr. Kishimoto was asked to draft and file the second priority application (JP 2002-301637) on October 4, 2002 which is prior to the critical date of October 14, 2002

TAMAKI et al.  
Appln. No. 10/531,085

of the cited references. He diligently prepared the second priority application which was also filed in the Japan Patent Office on October 16, 2002.

8. I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements are made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Date: May 15, 2008

Name:   
Keiichi Gorjou  
Japanese Patent Attorney



# EXHIBIT A

EXHIBIT A

AMENDED CLAIMS

SERIAL NO. 10/531,085

1. (Currently Amended) An oxynitride phosphor consisting of a crystal containing at least one or more of Group II elements selected from the group consisting of Be, Mg, Ca, Sr, and Ba, Si, and ~~Zn, at least one or more of Group IV elements selected from the group consisting of C, Si, Ge, Sn, Ti, Zr and Hf,~~ and a rare earth element being an activator: R, said crystal having a unit lattice of the rhombic ~~orthorhombic~~ system.

2. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; wherein said crystal is substantially Al-free crystal.

3. (Currently Amended) The oxynitride phosphor according to claim 1; wherein of said Group II elements ~~in which Ba is essential~~ are one or more are selected from the group consisting of Ca, Sr, and Ba, ~~Ba and Zn and said Group IV elements in which Si is essential are one or more selected from the group consisting of C, Si, Ge, Sn, Ti, Zr and Hf,~~ wherein said activator R contains Eu.

4. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; wherein said Group II element and said activator R are in a molar ratio of 1 : 0.005 to 1 : 0.15.

5. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; containing O and N of which weight ratio is set so that N is within a range of 0.2 to 2.1 per 1 of O.

6. (Currently Amended) The oxynitride phosphor according to claim 1; which is represented by a general formula of  $L_xM_yO_zN_{((2/3)X+(4/3)Y-(2/3)Z)}:R$  (L is at least one or more of Group II elements selected from the group consisting of Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ba and Zn. M is Si, at least one or more of Group IV elements selected from the group consisting of C, Si, Ge, Sn, Ti, Zr and Hf. O is an oxygen element, element. N is a nitrogen element, element. R is a rare earth element, and wherein element.  $0.5 < X < 1.5$ ,  $1.5 < Y < 2.5$ , and  $1.5 < Z < 2.5$ ).

7. (Currently Amended) The oxynitride phosphor according to claim 6; wherein said L is in which Ba is essential are one or more selected from the group consisting of Ca, Sr, and Ba, Ba and Zn and said M in which Si is essential are one or more selected from the group consisting of C, Si, Ge, Sn, Ti, Zr and Hf, wherein said activator R contains Eu.

8. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 6; wherein said X, said Y and said Z are  $X = 1$ ,  $Y = 2$ , and  $Z = 2$ .

9. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 6; wherein 50 weight % or more of said R is Eu.

10. (Currently Amended) The oxynitride phosphor according to claim 1; which is represented by a general formula of  $L_xM_yQ_zO_zN_{((2/3)X+(4/3)Y+T-(2/3)Z)}:R$  (L is at least one or more of Group II elements selected from the group consisting of Be, Mg, Ca, Sr, and Ba, ~~Ba and Zn~~. M is Si, ~~at least one or more of Group IV elements selected from the group consisting of C, Si, Ge, Sn, Ti, Zr and Hf~~. Q is at least one or more of Group III elements selected from the group consisting of B, Al, Ga and In, ~~In~~. O is an oxygen element, ~~element~~. N is a nitrogen element, ~~element~~. R is a rare earth element, ~~and wherein element~~.  $0.5 < X < 1.5$ ,  $1.5 < Y < 2.5$ ,  $0 < T < 0.5$ , and  $1.5 < Z < 2$ ). ~~2.5~~.

11. (Currently Amended) The oxynitride phosphor according to claim 10; wherein said L is in which Ba is essential ~~are one or more selected from the group consisting of Ca, Sr, and Ba, Ba and Zn~~ and said M in which Si is essential ~~are one or more selected from the group consisting of C, Si, Ge, Sn, Ti, Zr and Hf~~, wherein said activator R contains Eu.

12. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 10; wherein said X, said Y and said Z are  $X = 1$ ,  $Y = 2$ , and  $Z = 2$ .

13. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 10; wherein 50 weight % or more of said R is Eu.

14. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; which is excited by light from an excitation light source having a luminescence peak wavelength at 490nm or less, and have luminescence spectra having

luminescence peak wavelengths at a longer wavelength side than said luminescence peak wavelength.

15. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; which comprises Ba, Si and Eu and which is excited by light from the excitation light source having a luminescence peak wavelength at 360nm to 480nm, and emits light having luminescence spectra having luminescence peak wavelengths at a longer wavelength side than said luminescence peak wavelength.

16. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; which has a luminescence spectra having a peak wavelength in a range of from blue green to yellow red region.

17. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; which comprises Ba, Si and Eu and has a luminescence spectra having a peak wavelength in a range of from blue green to green region.

18. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; wherein luminescence intensity excited by light of 370nm is higher than luminescence intensity excited by light of 500nm.

19. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; which comprises Ba, Si and Eu,

wherein the luminescence intensity excited by light of about 460nm is higher than luminescence intensity excited by light of about 350nm.

20. (Currently Amended) The oxynitride phosphor according to claim 1; which has 2 or more of Group II elements selected from the group consisting of ~~Be~~, Mg, Ca, Sr, and Ba, ~~Ba and Zn~~.

21. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; which contains Sr and Ca in a molar ratio of Sr : Ca = x:y ( $0 < x < 10$ ,  $0 < y < 10$ ).

22. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; which contains Sr and Ba in a molar ratio of Sr : Ba = x:y ( $5 \leq x < 10$ ,  $0 < y \leq 5$ ).

23. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; which contains Ca and Ba in a molar ratio of Ca : Ba = x:y ( $0 < x < 10$ ,  $0 < y < 10$ ).

24. (Previously Presented) The oxynitride phosphor according to claim 1; of which luminescence peak wavelength and color tone are set by an addition amount of said activator R.

25. (Currently Amended) The oxynitride phosphor according to claim 1; wherein ~~Wherein~~ a portion of said Group II element is substituted with said activator R in a molar ratio of (a mix amount of said Group II elements and said activator R) : (the amount of said activator R) = 1 : 0.001 to 1 : 0.8.

26. (Previously Presented) A process for production of an oxynitride phosphor comprising;

a first step of mixing raw materials containing the nitride of L (L is at least one or more of Group II elements selected from the group consisting of Be, Mg, Ca, Sr, Ba and Zn, the nitride of M (M is at least one or more of Group IV elements selected from the group consisting of C, Si, Ge, Sn, Ti, Zr and Hf), the oxide of M, and the oxide of R (R are one or more rare earth elements), and

a second step of firing the mixture obtained in said first step.

27. (Currently Amended) The process for production of an oxynitride phosphor according to claim 26;

wherein of said Group II elements ~~in which Ba is essential~~ are one or more are selected from the group consisting of Ca, Sr, Ba and Zn,

wherein of said Group IV elements ~~in which Si is essential~~ are one or more are selected from the group consisting of C, Si, Ge, Sn, Ti, Zr and Hf,

wherein said rare earth elements contain Eu.

wherein said oxide of R and said nitride of L are in a molar ratio within a range of said nitride of L : said oxide of R = 1 : 0.005 to 1 : 0.15.

28. (Previously Presented) The process for production of an oxynitride phosphor according to claim 26;

wherein a nitride of R is used in place of said oxide of R, or together with said oxide of R.

29. (Previously Presented) The process for production of an oxynitride phosphor according to claim 26;

wherein a compound of Q (Q is at least one or more of Group III elements selected from the group consisting of B, Al, Ga and In) is further mixed in said first step.

30. (Previously Presented) The process for production of an oxynitride phosphor according to claim 26;

wherein said nitride of L, said nitride of M and said oxide of M are adjusted in molar ratios of  $0.5 < \text{the nitride of L} < 1.5$ ,  $0.25 < \text{the nitride of M} < 1.75$  and  $2.25 < \text{the oxide of M} < 3.75$  in said first step.

31. (Previously Presented) The process for production of an oxynitride phosphor according to claim 26;

wherein at least a portion of the raw material of said nitride of L is substituted with at least either of the oxide of R and a nitride of R.

32. (Previously Presented) The oxynitride phosphor produced by the process according to claim 26.

Claims 33-47 (Canceled).



# **EXHIBIT B**

## ④ 丸田 土 ン 調査 に 于 け る シ リ コ ン オ キ シ ン ナ イ ト ラ イ ド

① ~~Ca~~  $\text{CaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2 = \frac{145.6}{156.28}$

②  $\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4 = \frac{259.2}{252.47}$

③  $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_4\text{N}_2 = \frac{278.5}{268.94}$

④  $\text{Ca}_4\text{Si}_4\text{O}_9\text{N}_2 = \frac{458.7}{444.7}$

## ④ 混合量計算

・ CEN には、対 Ca 混晶比 0.02~0.04 (Eu) の輝度  
高いので、Eu 濃度 = 0.03 とする。

①  $(\text{Ca}_{0.97}\text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2 = 145.6$

$20g = 0.1374 \text{ mol}$

間違ひ → 組成比の計算に  
問題なし

$\text{Ca} = 0.97 \times 0.1374 = 0.1333 \text{ mol}$

$\text{Eu} = 0.03 \times \uparrow = 4.122 \times 10^{-3}$

$\text{Si} = 2 \times \uparrow = 0.2748$

$\text{O} = 2 \times \uparrow = 0.2748$

$\text{Eu}_2\text{O}_3 \text{ 由来の } \text{O} = \frac{3}{2} \times 4.122 \times 10^{-3} = 6.183 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$\text{不足分の } \text{O} = 0.2748 - 6.183 \times 10^{-3} = 0.2686 \text{ mol}$

$\text{SiO}_2 \text{ 添加量は } \text{SiO}_2 = \frac{1}{2} \times 0.2686 = 0.1343 \text{ mol}$

Continued on Page

Read and Understood By

Takeshi

Signed

Date

王 置 賢 人

Signed

Tadashi Watanabe 03.2.27

Date

$$\text{Si の不足分} = 0.2748 - 0.1393 = 0.1405 \text{ mol}$$

$$\text{Si}_3\text{N}_4 \text{ 添加量は } \text{Si}_3\text{N}_4 = \frac{1}{3} \times 0.1405 = 0.07337 \text{ mol}$$

• 添加量

$\text{Ca}_3\text{N}_2$	$=$	$0.1333$	$\times$	$\frac{1}{3}$	$\times$	$148.3$	$=$	$6.5892$
$\text{Eu}_2\text{O}_3$	$=$	$4.122 \times 10^{-3}$	$\times$	$\frac{1}{2}$	$\times$	$352.0$	$=$	$0.72552$
$\text{SiO}_2$	$=$	$0.2686$	$\times$	$\frac{1}{2}$	$\times$	$60.09$	$=$	$8.0702$
$\text{Si}_3\text{N}_4$	$=$	$0.1405$	$\times$	$\frac{1}{3}$	$\times$	$140.3$	$=$	$6.5712$
							Total	<u>21.862</u>

$$\textcircled{2} \quad (\text{Ca}_{0.97}\text{Eu}_{0.03})_2 \text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4 = 259.2$$

$$208 = 0.07716 \text{ mol}$$

$\text{Ca} =$	$0.97$	$\times$	$2$	$\times$	$0.07716$	$=$	$0.1497 \text{ mol}$
$\text{Eu} =$	$0.03$	$\times$	$2$	$\times$	$\uparrow$	$=$	$4.630 \times 10^{-3} \text{ mol}$
$\text{Si} =$	$3$	$\times$	$-$	$\times$	$\uparrow$	$=$	$0.2315 \text{ mol}$
$\text{O} =$	$2$	$\times$	$-$	$\times$	$\uparrow$	$=$	$0.1543 \text{ mol}$

$$\text{Eu}_2\text{O}_3 \text{ 由来の } \text{O} = \frac{3}{2} \times 4.630 \times 10^{-3} = 6.945 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{不足分の } \text{O} = 0.1543 - 6.945 \times 10^{-3} = 0.1878 \text{ mol}$$

$$\text{SiO}_2 \text{ 添加量は } \text{SiO}_2 = \frac{1}{2} \times 0.1878 = 0.07368 \text{ mol}$$

$$\text{Si の不足分} = 0.2315 - 0.07368 = 0.1578 \text{ mol}$$

$$\text{Si}_3\text{N}_4 \text{ 添加量は } \text{Si}_3\text{N}_4 = \frac{1}{3} \times 0.1578 = 0.0526 \text{ mol}$$

Continued on Page

Read and Understood By

王置 寛人

Signed

Date

Signed

Toshikazu Watanabe 2013.2.7

Date

・添加量

$$\begin{aligned}\text{Ca}_3\text{N}_2 &= 0.1497 \times \frac{1}{3} \times 148.3 = 7.4002 \\ \text{Eu}_2\text{O}_3 &= 4.630 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} \times 352.0 = 0.81492 \\ \text{SiO}_2 &= 0.1474 \times \frac{1}{2} \times 60.09 = 4.4292 \\ \text{Si}_3\text{N}_4 &= 0.1578 \times \frac{1}{3} \times 140.3 = 7.3802\end{aligned}$$

TOTAL 20.022

$$\textcircled{3} \quad (\text{Ca}_{0.97}\text{Eu}_{0.03})_3\text{Si}_2\text{O}_4\text{N}_2 = 278.5$$

$$208 = 0.07181 \text{ mol}$$

$$\begin{array}{rclclclcl} \text{Ca} & = & 0.97 & \times & 3 & \times & 0.07181 & = & 0.2090 \text{ mol} \\ \text{Eu} & = & 0.03 & \times & 3 & \times & \uparrow & = & 6.463 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ \text{Si} & = & 2 & \times & - & \times & \uparrow & = & 0.1436 \text{ mol} \\ \text{O} & = & 4 & \times & - & \times & \uparrow & = & 0.2872 \text{ mol} \end{array}$$

$$\text{Eu}_2\text{O}_3 \text{ 由来の } \text{O} = \frac{3}{2} \times 6.463 \times 10^{-3} = 9.695 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{不足分の } \text{O} = 0.2872 - 9.695 \times 10^{-3} = 0.2775 \text{ mol}$$

$$\text{SiO}_2 \text{ 添加量は } \text{SiO}_2 = \frac{1}{2} \times 0.2775 = 0.1388 \text{ mol}$$

$$\text{Si の不足分} = 0.1436 - 0.1388 = 4.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Si}_3\text{N}_4 \text{ 添加量は } \text{Si}_3\text{N}_4 = \frac{1}{3} \times 4.8 \times 10^{-3} = 1.6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Continued on Page \_\_\_\_\_

Read and Understood By

王 置 賢 人

Signed

Date

Signed

Toshinobu Hirai '03.27

Date

PROJECT

・添加量

$$\begin{array}{rclclclclcl}
 \text{Ca}_3\text{N}_2 & = & 0.2091 & \times & \frac{1}{3} & \times & 148.3 & = & 10.342 \\
 \text{Eu}_2\text{O}_3 & = & 6.463 \times 10^{-3} & \times & \frac{1}{2} & \times & 352.0 & = & 1.1372 \\
 \text{SiO}_2 & = & 0.1388 & \times & \frac{1}{2} & \times & 60.09 & = & 4.1702 \\
 \text{Al}_3\text{N}_4 & = & 4.8 \times 10^{-3} & \times & \frac{1}{3} & \times & 140.3 & = & 0.22452 \\
 & & & & & & \text{Total} & & 15.872
 \end{array}$$

④  $(\text{Ca}_{0.97}\text{Eu}_{0.03})_4\text{Si}_4\text{O}_9\text{N}_2 = 458.1$

$20g = 0.04366 \text{ mol}$

$$\begin{array}{rclclclclcl}
 \text{Ca} = & 0.97 & \times & 4 & \times & 0.04366 & = & 0.1694 \text{ mol} \\
 \text{Eu} = & 0.03 & \times & 4 & \times & \uparrow & = & 5.239 \times 10^{-3} \text{ mol} \\
 \text{Si} = & 4 & \times & - & \times & \uparrow & = & 0.1746 \text{ mol} \\
 \text{O} = & 9 & \times & - & \times & \uparrow & = & 0.3929 \text{ mol}
 \end{array}$$

-  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  由来の  $\text{O} = \frac{3}{2} \times 5.239 \times 10^{-3} = 7.859 \times 10^{-3} \text{ mol}$

不足分の  $\text{O} = 0.3929 - 7.859 \times 10^{-3} = 0.3850 \text{ mol}$

$\text{SiO}_2$  添加量は  $\text{SiO}_2 = \frac{1}{2} \times 0.3850 = 0.1925 \text{ mol}$

$\text{Si}$  の不足分  $= 0.1746 - 0.1925 = -0.01790 \text{ mol}$

↓  
Si 過剰な分、シリカ  
= 欠け

・添加量

$$\begin{array}{rclclclclcl}
 \text{Ca}_3\text{N}_2 & = & 0.1694 & \times & \frac{1}{3} & \times & 148.3 & = & 8.3742 \\
 \text{Eu}_2\text{O}_3 & = & 5.239 \times 10^{-3} & \times & \frac{1}{2} & \times & 352.0 & = & 0.92212 \\
 \text{SiO}_2 & = & 0.1925 & \times & \frac{1}{2} & \times & 60.09 & = & 5.7842 \\
 & & & & & & \text{Total} & & 15.082
 \end{array}$$

Continued on Page

Read and Understood By

Takeshima

玉置 寛人

Signed

Date

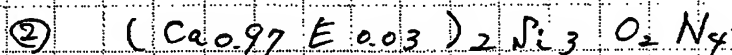
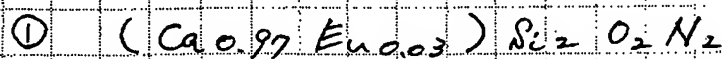
Signed

Takeshima, Kian 2023.2.7

Date

④ 原料

⑤ 焼成試料



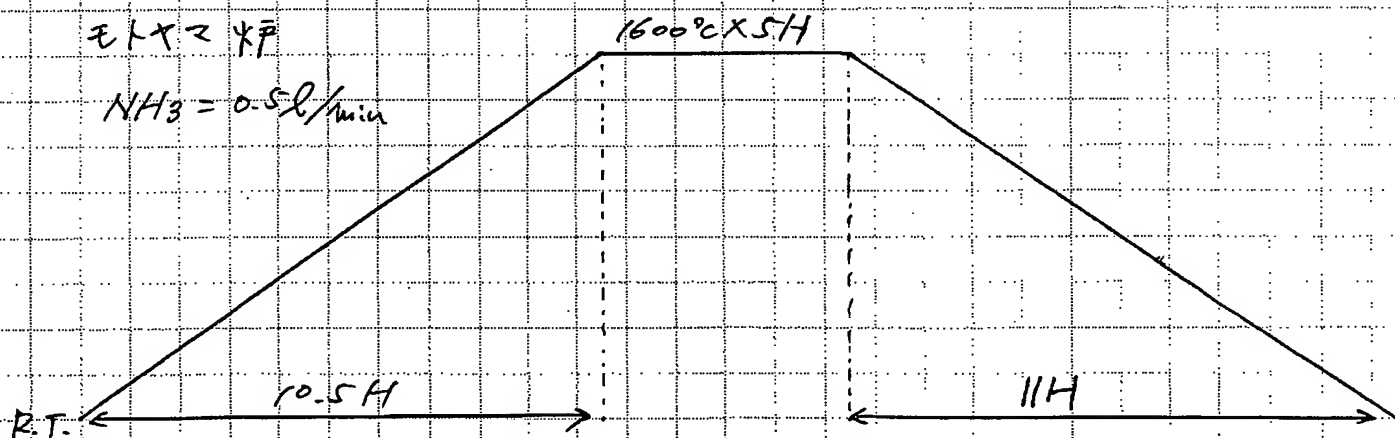
⑥ 原料

	①	②
$Ca_3N_2$	6.589	7.460
$Eu_2O_3$	0.7255	0.8149
$SiO_2$	8.070	4.429
$Si_3N_4$	6.571	7.380
Total	21.96	20.02

TC150M-1

⑦ 焼成ノットン

モトマツキ

 $NH_3 = 0.5 \text{ l/min}$ 7/2 22:20  
78°C START

7/4 8:13 10:33  
 80°C  $N_2 = 0.5 \text{ l/min}$  79°C  
 何故かポンプ圧下か? 取れ  
 $NH_3 = 0.3 \text{ l/min}$  追加した

Continued on Page

Read and Understood By

王置 寛人

Signed

Date

Signed

Toshiyuki Watanabe 08.27

Date

## ④ 仕込み

炉奥



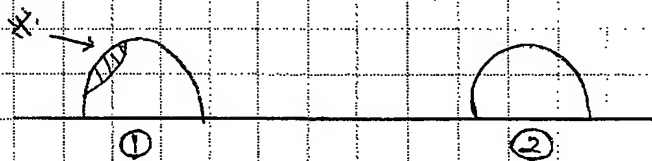
## ④ 仕込量

$$①: 24.1 - 2.6 = 21.5g$$

$$②: 22.2 - 2.5 = 19.7g$$

## ④ 取出し時外觀

炉奥

NH<sub>3</sub>

① • Body Color = 黄色

• EX = 253.7, 365nm で黄色発光 (EX = 365nm で輝度高い)

NH<sub>3</sub>のせい? →• ※ で EX = 253.7, 365nm とともに発光なし (若干赤色発光)  
→ 硬すぎて分離不能② • 体積が小さい → CISON-1 の半分位  
→ めちゃくちゃ硬い → 粉碎不能 → 実用的にはない  
→ PBNにはり付いて、PBNからはがれた → 分離不能• 表面の Body Color = くすんだ黄色 → 発光なし (EX = 365, 25,  
内部の " = 赤 → 赤色発光  
EX = 365で輝度高い

Continued on Page

Read and Understood By

S. Takashima

Signed

Date

玉置 寛人

Signed Toshijuki Taira '03.2.7

Date



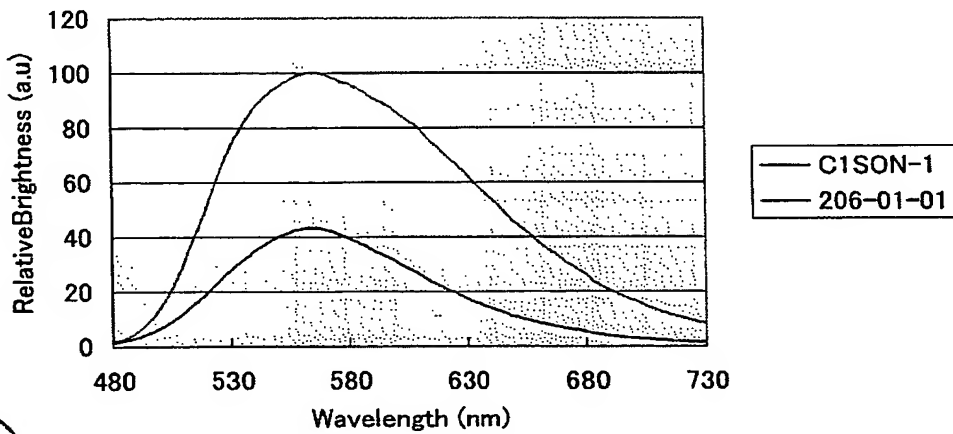
Brightness

lotno	std	x	y	ly	eng	qnt
C1SON-1	206-01-01	0.439	0.542	39.3	35.2	34.4

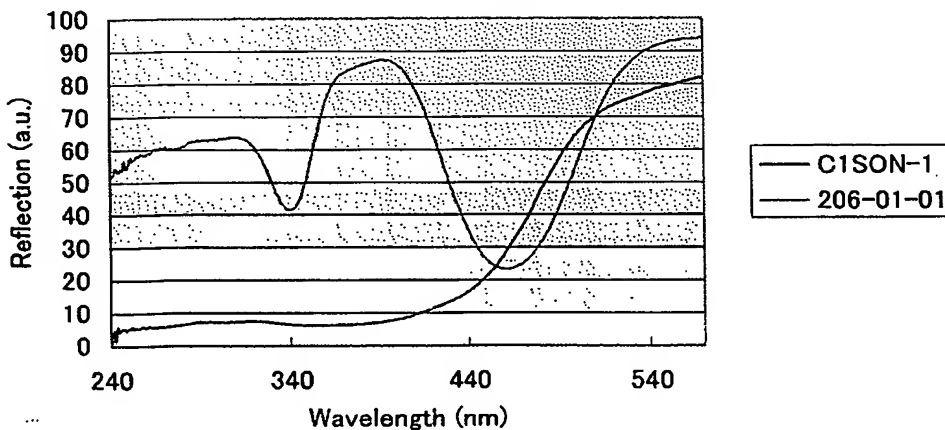
温度特性

lotno	std	x	y	ly	eng	qnt
C1SON-1 RT EX=460nm	C1SON-1 RT EX=460nm	0.448	0.533	100.0	100.0	100.0
C1SON-1 50C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.445	0.534	93.8	94.2	94.1
C1SON-1 100C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.438	0.538	71.6	72.8	72.7
C1SON-1 150C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.431	0.539	39.3	41.1	40.9
C1SON-1 200C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.421	0.536	13.8	15.1	15.1
C1SON-1 250C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.409	0.526	5.1	6.0	6.0
C1SON-1 300C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.389	0.510	2.3	3.1	3.1
C1SON-1 35C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.448	0.533	97.3	97.4	97.4

(Ca<sub>0.97</sub>Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub> 発光スペクトル (EX=460nm)



(Ca<sub>0.97</sub>Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub> 反射スペクトル



Continued on Page

Read and Understood By

王置寛人

Signed

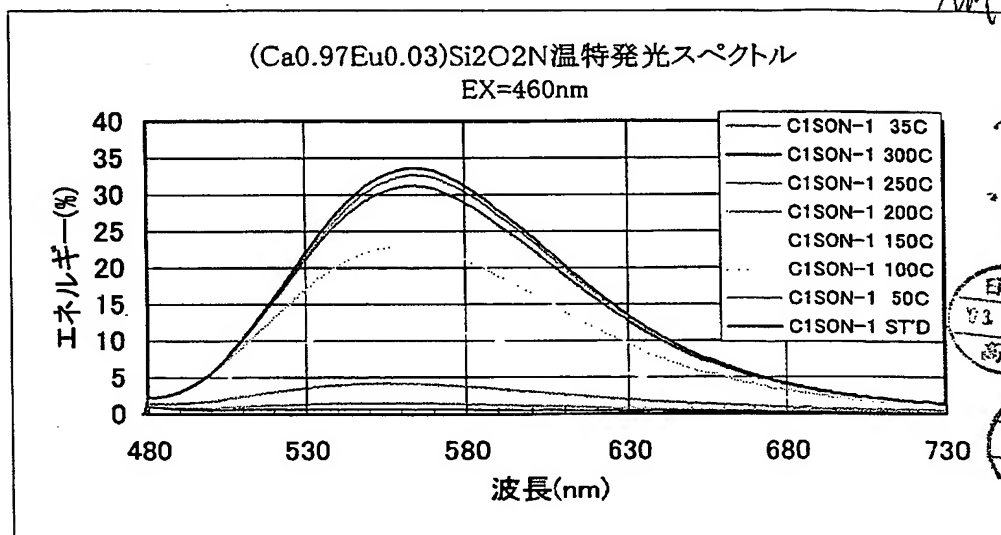
Date

Signed

Toshinori Nishii '03.2.7

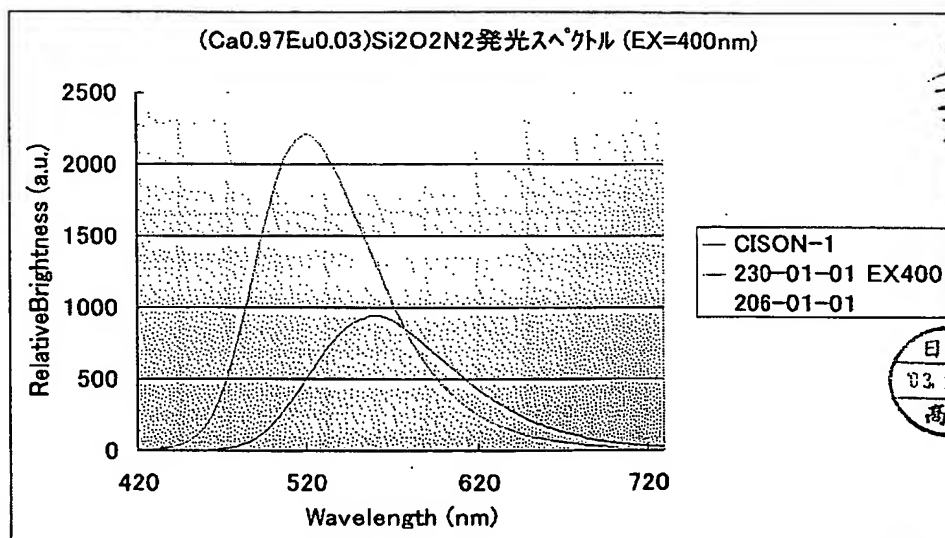
Date





EX = 400nm 黄色発光

STD = NP 230



Read and Understood By

玉置 寛人

Signed

Date

Signed Toshinori Hirai 03.2.07 Date



(Ca<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>0.5</sub>N<sub>3</sub> TC1 SON-12

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	6.4084 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.7057 g
SiO <sub>2</sub>	1.8270 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	11.0785 g
ToTal	20.020 g

(Sr<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>0.5</sub>N<sub>3</sub> TS12 ON-

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	9.6094 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5394 g
SiO <sub>2</sub>	1.3966 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	8.4689 g
ToTal	20.014 g

(Ca<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>1</sub>N<sub>2.7</sub> TC1 SON-13

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	6.2689 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6903 g
SiO <sub>2</sub>	3.7513 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	9.3088 g
ToTal	20.019 g

(Sr<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>1</sub>N<sub>2.7</sub> TS13 SON-

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	9.448692 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.53041 g
SiO <sub>2</sub>	2.882392 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	7.15272 g
ToTal	20.014 g

(Ca<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub> TC1 SON-14

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	6.0074 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6615 g
SiO <sub>2</sub>	7.3589 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	5.9909 g
ToTal	20.019 g

(Sr<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub> TS14 SON-14

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	9.1428 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5132 g
SiO <sub>2</sub>	5.7096 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	4.6482 g
ToTal	20.014 g

(Ca<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>4</sub>N<sub>0.67</sub> TC1 SON-15

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	5.5448 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6106 g
SiO <sub>2</sub>	13.7407 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	0.1217 g
ToTal	20.018 g

(Sr<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>4</sub>N<sub>0.67</sub> TS15 SON-

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	8.5869 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4820 g
SiO <sub>2</sub>	10.8483 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	0.0961 g
ToTal	20.013 g

日垂  
03.2.07  
高島

Continued on Page \_\_\_\_\_

Read and Understood By

王置 寛人

Signed

Date

Signed

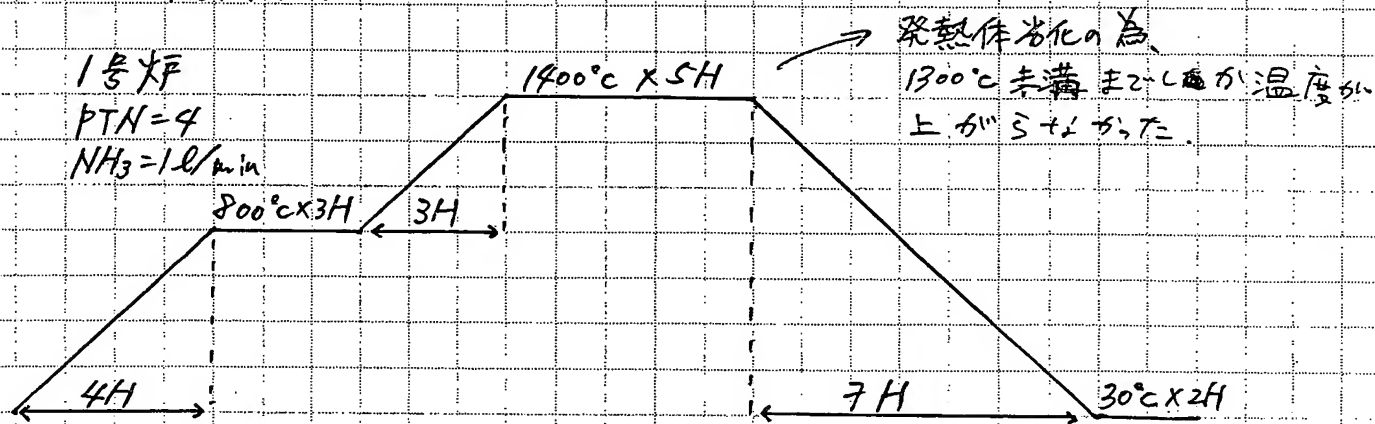
Toshinori Nishii 03.2.7 Date

## ④ 目的

- Pr, Ca, Si, Nb : Ce の Pr, Ca / Nb 比を変更して特性確認
- (Pr, Ca)<sub>2</sub> Si, Nb : Ce の Pr / Ca 比を変更して特性確認

## ④ 原料 → 4410-J 参照

## ④ 焼成パターン



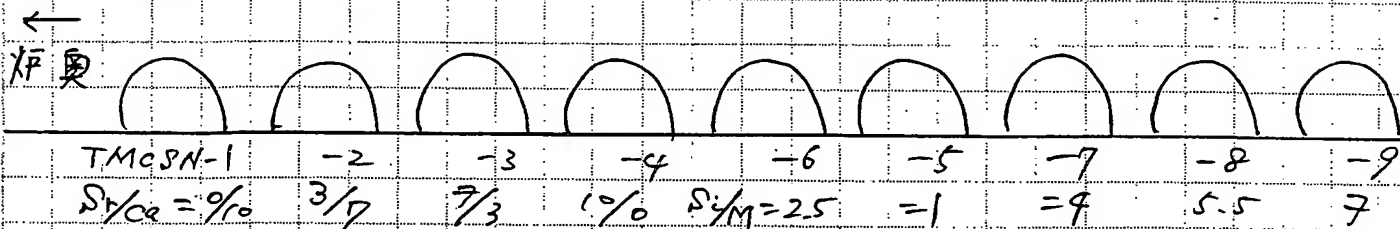
7/18 20:24 START

32, 33, 34, 35°C

7/20 10:22 取出

33, 34, 35°C

## ④ 仕込み



Continued on Page

Read and Understood By

玉置寛人

Signed

Date

Signed Toshiyuki Adachi '03.2.7 Date

## ④ 仕込量

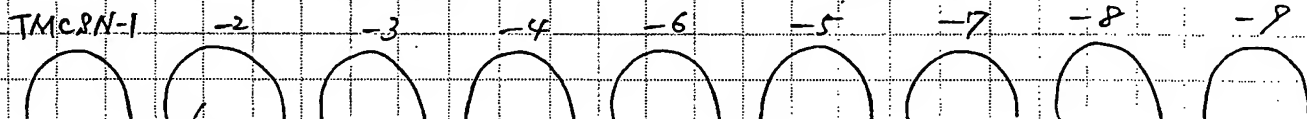
TMC SN - 1	:	22.1	-	2.5	=	19.6	2
- 2	:	22.1	-	2.7	=	19.4	
- 3	:	22.0	-	2.4	=	19.6	
- 4	:	<del>22.0</del> 22.0	-	2.4	=	19.6	
- 5	:	22.0	-	2.2	=	19.8	
- 6	:	22.0	-	2.5	=	19.5	
- 7	:	22.0	-	2.5	=	19.5	
- 8	:	22.1	-	2.5	=	19.6	
- 9	:	22.0	-	2.4	=	19.6	

## ④ 取出し時外観

PTD

NH<sub>3</sub>臭がかなり強い

不足



青発光粒子と緑発光粒子がまじり

Body Color

EX = 253.7nm

EX = 365nm

TMC SN - 1	:	薄茶色	青色発光	僅かに青色発光
- 2	:	薄緑色	Green発光	僅かにGreen発光
- 3	:	〃	3ヶの内1番明るい	〃
表面に赤色発光粒子	- 4	くもた白	他2ヶは同じ位	〃
89%	- 5	茶色	発光無し	発光無し
↓	- 6	薄緑色	Green発光	僅かにGreen発光
Euのコンタミ?	- 7	くもた白	段々弱くなる	段々弱くなる
	- 8	〃	↓	発光無し
	- 9	〃	↓	〃

## ④ 収量

TMC SN - 1	:	5.4	+	12.9	=	18.3
- 2	:	7.5	+	11.7	=	19.2
- 3	:	8.0	+	11.6	=	19.6
- 4	:	9.9	+	10.3	=	20.2

Continued on Page \_\_\_\_\_

Read and Understood By

玉置 寛人

Signed

Date

Signed

Toshiyuki Idina 10.2.27

Date

## ④ 目的

オキシタイトイドに Eu と共に Mn を共付活し、特性を確認する。

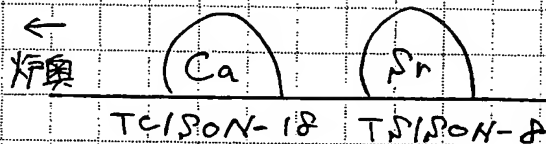
## ④ 目的組成

- $(Ca_{0.94}Eu_{0.03}Mn_{0.03})Si_2O_2N_2$  TCISON-18
- $(Sr_{0.94}Eu_{0.03}Mn_{0.03})Si_2O_2N_2$  TSISON-8

## ④ 混合量

	TCISON-18	TSISON-8
$Ca_3N_2$	5.804	—
$Si_3N_4$	6.145	4.808
$SiO_2$	7.112	5.558
$Eu_2O_3$	0.6595	0.2227
$MnO_2$	0.3258	0.2547
$Sr_3N_2$	—	8.902

## ④ 仕込み



## ④ 仕込み量

- TCISON-18 : 22.2 - 2.8 = 19.4g
- TSISON-8 : 21.9 - 2.7 = 19.2g

Continued on Page

Read and Understood By

玉置 寛人

Signed

Date

Signed

Toshiyuki Hirai '03.2.7

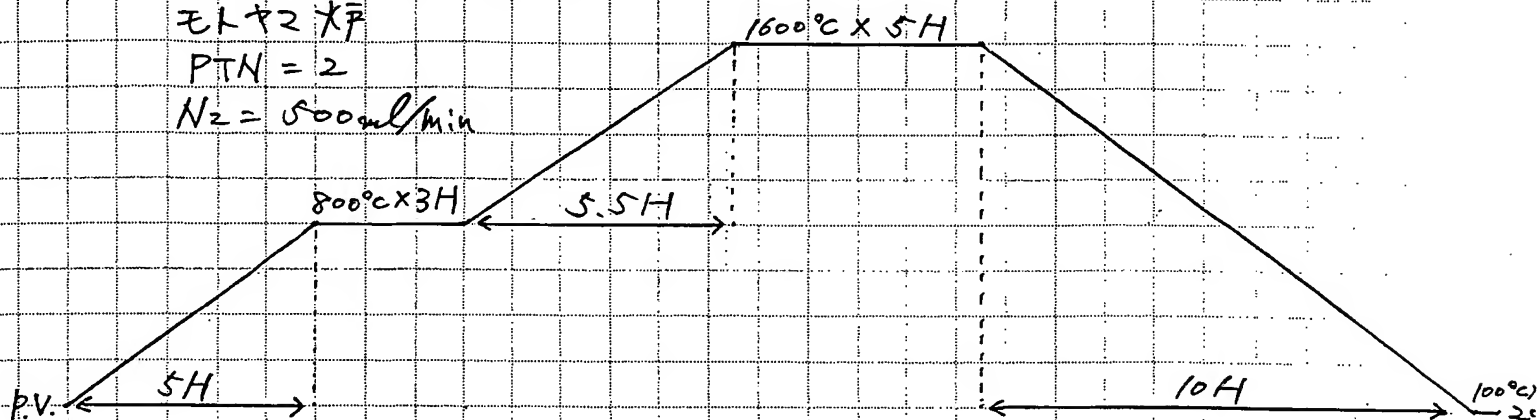
Date



㊦ 焼成パターン

モトヤ2 大P

PTN = 2

N<sub>2</sub> = 500ml/min7/29 14:54  
79°C START7/31 9:09  
93°C 取出し

㊦ 取出し時外觀

㊦ 収量

TCISON-18 = 17.8g

TSISON-8 = 18.3g

・ TCISON-18

ガラス化傾向有り → 非常に硬いが、乳鉢で粉砕可能

Body color = 濃い黄色

表面まで均一に焼成できている (但し、非常に硬くて茶色い部分  
がごく微量有り)

・ TSISON-8

ガラス化傾向有り → 非常に硬いが乳鉢で粉砕可能

Body Color = 濃い緑 (Mn無し品より濃い感じ)

表面まで均一に焼成できている (但し、非常に硬くて茶色い部分  
がごく微量有り)

Continued on Page

Read and Understood By

王 貴 貴

Signed

Date

Signed

Toshiyuki Nakano 03.27 Date

## ④ 目的

母体に Mg 混晶し、各種特性を確認す。

TC150N-22

TC150N-21

## ④ 原料

Ca<sub>0.97</sub>Eu<sub>0.03</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub> TC150N-20

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	6.0074 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6615 g
SiO <sub>2</sub>	7.3589 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	5.9909 g
ToTal	20.0187 g

Ca<sub>0.87</sub>Mg<sub>0.1</sub>Eu<sub>0.03</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	5.4400 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6679 g
SiO <sub>2</sub>	7.4300 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	6.0470 g
Mg <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	0.4259 g

Sr<sub>0.97</sub>Eu<sub>0.03</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub> TS150N-10

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	9.1428 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5132 g
SiO <sub>2</sub>	5.7096 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	4.6482 g
ToTal	20.0139 g

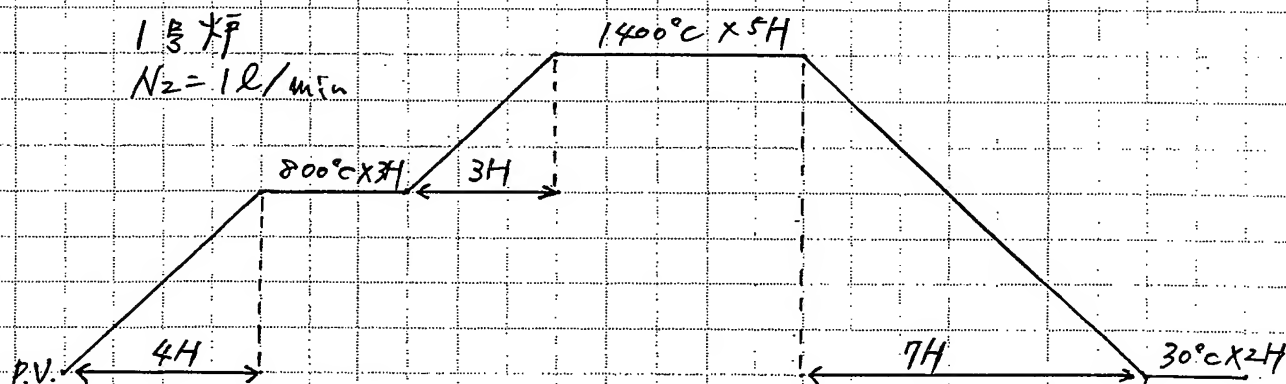
Sr<sub>0.87</sub>Mg<sub>0.1</sub>Eu<sub>0.03</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	8.4610 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5296 g
SiO <sub>2</sub>	5.8920 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	4.7980 g
Mg <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	0.3377 g

日産  
03.2.07  
高島

TS150N-14

## ④ 焼成パターン



8/2 20:03 START

36, 36, 37°C

## ④ 仕込み

Continued on Page \_\_\_\_\_

Read and Understood By

王置寛人

Signed

Date

Signed

Toshimichi Tominari 03.2.07

Date



④ 仕込み量

TCISON - 20	:	22.1	-	2.8	=	19.3 g
- 21	:	22.1	-	2.7	=	19.4 g
TSISON - 10	:	22.3	-	3.3	=	19.0 g
- 11	:	22.1	-	2.9	=	19.2 g

④ 取出し時外觀

TCISON-20

TSISON-11

TCISON-21

TCISON-10

Sr

Sr Mg

Ca Mg

Ca

灰色部分 + 薄黄色部分

黄色

黄緑

黄緑

Body Color

光澤

黄色光

黄色光

緑光

緑光

EX = 365nm

↓ 光の強い

EX = 253.7nm

表面の灰色非光粒子

その他

↑

↑

↑

↑

有

無

有

有

↓

↓

Body Color がまはさで  
明らに温度不足表面の  
黄色光粒子有日産  
33.2.07  
高島

Continued on Page \_\_\_\_\_

Read and Understood By \_\_\_\_\_

Signed \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

Signed \_\_\_\_\_

Toshiyuki Hirai

Date

10.3.27

PROJECT \_\_\_\_\_

Continued From Page \_\_\_\_\_

*W*  
(Ca0.97, Eu0.03)Si2O2N2 Tc150N-2

添加量	
Ca3N2	6.0074 g
Eu2O3	0.6615 g
SiO2	7.3589 g
Si3N4	5.9909 g
ToTal	20.019 g

(Sr0.475, Ca0.475, Ce0.05)2Si5N8

TSCC PN-2 *W*

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	0.95	92.112	4.722
Ca3N2	148.3	3	0.95	46.949	2.407
CeO2	172.1	1	0.1	17.21	0.882
Si3N4	140.3	3	5	233.85	11.989
-	-	-	7	390.121	20.000

(Ca0.94, Eu0.06)Si2O2N2 Tc150N-3

Ca3N2	5.7017 g
Eu2O3	1.2957 g
SiO2	7.0414 g
Si3N4	5.9966 g
ToTal	20.035 g

(Sr0.45, Ca0.45, Ce0.1)2Si5N8

TSCC PN-3

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	0.9	87.264	4.363
Ca3N2	148.3	3	0.9	44.478	2.224
CeO2	172.1	1	0.2	34.42	1.721
Si3N4	140.3	3	5	233.85	11.692
-	-	-	7	400.012	20.000

(Ca0.91, Eu0.09)Si2O2N2 Tc150N-4

Ca3N2	5.4083 g
Eu2O3	1.9044 g
SiO2	6.7368 g
Si3N4	6.0021 g
ToTal	20.052 g

(Sr0.4, Ca0.4, Ce0.2)2Si5N8

TSCC PN-4

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	0.8	77.568	3.696
Ca3N2	148.3	3	0.8	39.536	1.884
CeO2	172.1	1	0.4	68.84	3.280
Si3N4	140.3	3	5	233.85	11.141
-	-	-	7	419.794	20.000

(Ca0.88, Eu0.12)Si2O2N2 Tc150N-5

Ca3N2	5.1265 g
Eu2O3	2.4889 g
SiO2	6.4441 g
Si3N4	6.0074 g
ToTal	20.067 g

*W*  
03.2.07  
高島

03.2.07  
高島

(Ca0.97, Eu0.03)Si2O2N2

添加量	
Ca3N2	6.0074 g
Eu2O3	0.6615 g
SiO2	7.3589 g
Si3N4	5.9909 g
ToTal	20.019 g

c150N-6

-8

-10

*W*  
(Sr0.97Eu0.03)Si2O2N2 Tc150N-1

添加量	
Sr3N4	9.140 g
Eu2O3	0.513 g
SiO2	5.709 g
Si3N4	4.649 g
ToTal	20.011 g

(Ca0.88, Eu0.12)Si2O2N2

Ca3N2	5.1265 g
Eu2O3	2.4889 g
SiO2	6.4441 g
Si3N4	6.0074 g
ToTal	20.067 g

c150N-7

-9

-11

TSCC PN-1  
(Sr0.485Ca0.485Eu0.03)Si2O2N2

添加量	
Ca3N2	2.625 g
Sr3N4	5.150 g
Eu2O3	0.250 g 0.2492
SiO2	6.433 g
Si3N4	5.233 g
ToTal	19.691 g

03.2.07  
高島

03.2.07  
高島

Continued on Page \_\_\_\_\_

Read and Understood By

玉置 寛人

*Takahashi*

Signed

Date

Signed

Takayuki Nishida 03.2.7

④ 原料 → 17<sup>th</sup> - 33<sup>th</sup> 参照

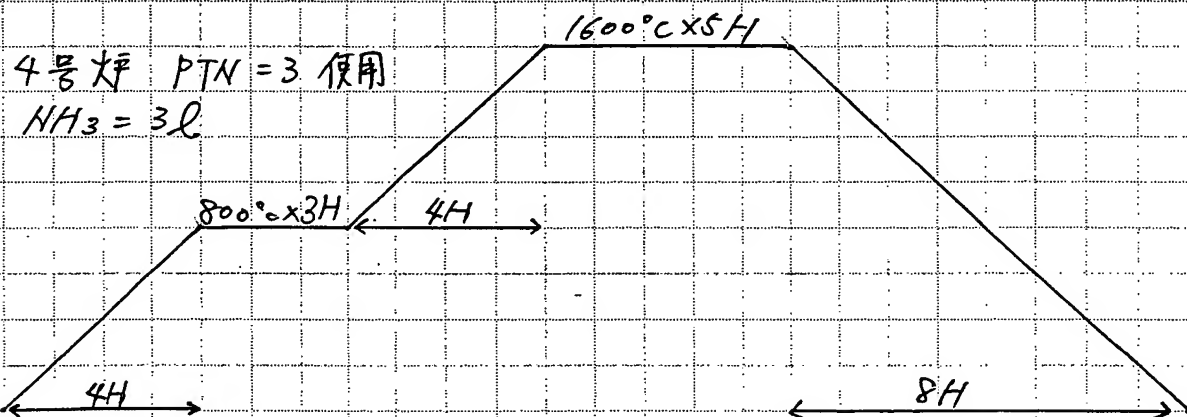
④ 焼成試料

•  $(Ca_{1-x} Eu_x) Si_2 O_2 N_2$   $x = 0.03, 0.06, 0.09, 0.12$

•  $(Sr_{1-\frac{x}{2}} Ca_{1-\frac{x}{2}} Ce_x) Si_5 N_8$   $x = 0.05, 0.1, 0.2$

•  $(Sr_{0.475} Ca_{0.475} Ce_{0.05}) (Si_{0.96} Al_{0.036})_5 N_8$

④ 焼成パターン



7/10 11:48

76, 79, 78°C START

④ Lot #

• CIPON - 2  
2  
- 5

• NCCPN - 2  
2  
- 5

Continued on Page

Read and Understood By

*Takashima*

Signed

Date

王置寛人

Signed

*Takayuki Wada* 2013.2.7

Date

## ④ 取出し時外観

・ CISON-2 (Eu 0.03) → 表面に白色物質 (青〜緑発光)  
他の3介に比べて Body Color 薄い

・ -3 (Eu 0.06)

・ -4 (Eu 0.09)

・ -5 (Eu 0.12)

・ Body Color = 黄色 (段々濃い)  
(表面の Body Color = 濃い黄色)

・ 表面に赤色発光粒子有り  
(段々少くなる)

・ SCCSN-2 (Ce 0.05)

・ -3 (Ce 0.1)

・ -4 (Ce 0.2)

・ -5 (Ce 0.05, Al)

・ Body Color = 黄土色 (段々黄色くなる)

・ 茶色の斑点有り (混合不足?)

・ EX = 253.7, 365 nm で黄色発光 (強度同じ位)  
(表面に赤色発光粒子有り)

EX =  
253.7 nm  
365 nm  
2-黄色発光  
365 nm が  
強い。

表面  
がうす化

EX = 253.7 nm  
365 nm

で 1 だけ  
表面青色発光

↓  
= 5 側が炸裂

↓  
= 1 だけ NH<sub>3</sub> の当たった方向に灰色無発光粒子有り

## ④ 収量

		内部		表面		
・ CISON	-2	6.6	+	11.0	=	17.62
・	-3	3.9	+	13.8	=	17.72
・	-4	4.2	+	13.0	=	17.22
・	-5	3.3	+	14.7	=	18.02
・ SCCSN	-2	9.1	+	9.6	=	18.72
・	-3	8.5	+	9.9	=	18.42
・	-4	4.2	+	14.3	=	18.52
・	-5	12.8	+	6.4	=	19.22

Continued on Page

Read and Understood By

*Takeshima*

Signed

Date

王 置 賢 人

Signed

Toshitaka Nishi 10.2.7

Date

オキシナイトライド Phos.

$Mg_{0.97}Si_{1.03}O_2N_2:Eu$ ,  $Ba_{0.97}Si_{1.03}O_2N_2:Eu$  焼成

● 目的

$Mg_{0.97}Si_{1.03}O_2N_2:Eu$ ,  $Ba_{0.97}Si_{1.03}O_2N_2:Eu$  を焼成し、新規 Phos. としての特性を確認する。

● 原料

Mg <sub>0.97</sub> Eu <sub>0.03</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	
Mg <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	4.526
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.7318
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	6.627
SiO <sub>2</sub>	8.142
Total	20.0268

TMGISON-1

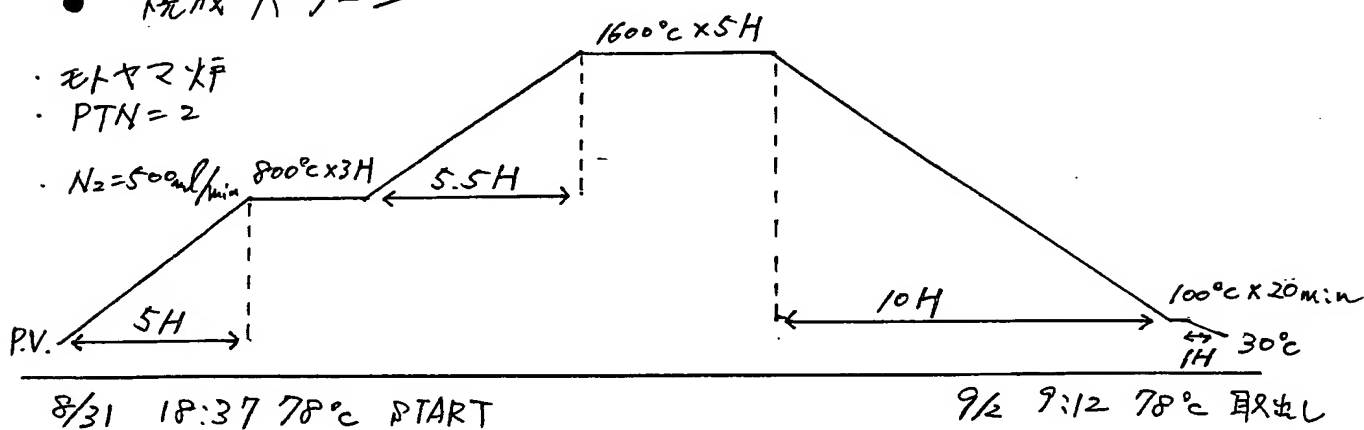


Ba <sub>0.97</sub> Eu <sub>0.03</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	
Ba <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	11.20
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4159
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	3.765
SiO <sub>2</sub>	4.627
Total	20.0079

TBaISON-1



● 焼成パターン



● 仕込み



● 仕込み量

$$\begin{aligned}
 \text{TMGISON-1} &: 22.2 - 2.5 = 19.7g \\
 \text{TBaISON-1} &: 22.2 - 2.4 = 19.8g
 \end{aligned}$$

*Suguru Takashima*

玉置 賢  
Takashi Takamochi 2003.2.8  
Takashi Takamochi

No. 77

Project

Date

Project Name

● 取出し時外観

TMG / DON-1 (Mg)

TBA / DON-1 (Ba)

• Body Color

薄い黄土色

くすんだ黄色

• EX = 253.7nm

Body Color 白い一部分だけ  
木色 発光

非発光粒子と緑色発光粒子  
が混在

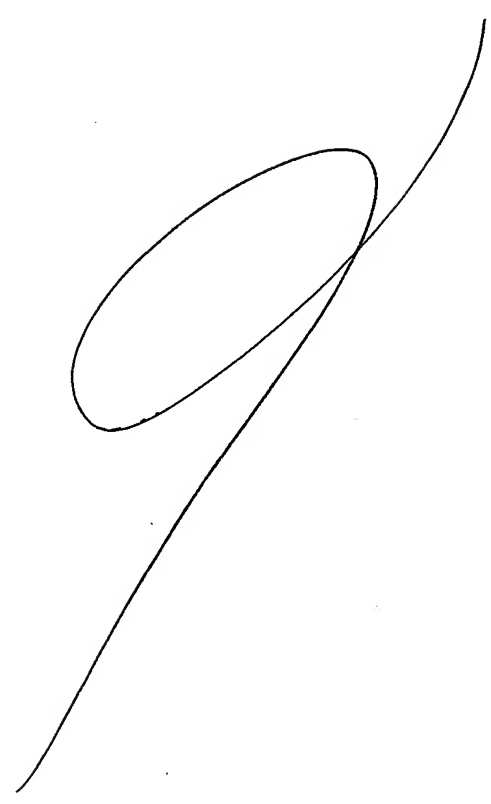
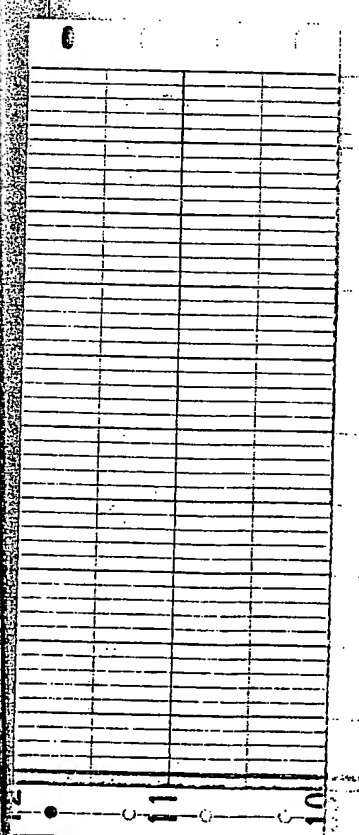
↑  
輝度同等

↓  
Body Color 2 判別不能

• EX = 365nm

同上

同上



Inverted

Suguru Takasumi

Record

王置 寛人  
Takashi Suganouchi 2003.2.8  
Takashi Suganouchi

# **EXHIBIT B1**

## ⑧ Silicon oxynitrides investigated by MARUTA

①  $\text{Ca Si}_2 \text{O}_2 \text{N}_2 = \frac{145.6}{156.28}$

②  $\text{Ca}_2 \text{Si}_3 \text{O}_2 \text{N}_4 = \frac{257.2}{252.47}$

③  $\text{Ca}_3 \text{Si}_2 \text{O}_4 \text{N}_2 = \frac{278.5}{268.94}$

④  $\text{Ca}_4 \text{Si}_4 \text{O}_9 \text{N}_2 = \frac{458.7}{444.7}$

## ⑧ Calculation of mix amount

In CESN, since the brightness is high when the molar ratio of Eu with respect to Ca is 0.02-0.04, the Eu concentration is set to 0.03.

①  $(\text{Ca}_{0.97} \text{Eu}_{0.03}) \text{Si}_2 \text{O}_2 \text{N}_2 = \frac{145.6}{20.8} = 0.1374 \text{ mol}$

(mistake)

There is no problem  
in calculation of the  
composition ratio.

$$\begin{array}{rclclcl} \text{Ca} & = & 0.97 & \times & 0.1374 & = & 0.1333 \text{ mol} \\ \text{Eu} & = & 0.03 & \times & \uparrow & = & 4.122 \times 10^{-3} \\ \text{Si} & = & 2 & \times & \uparrow & = & 0.2748 \\ \text{O} & = & 2 & \times & \uparrow & = & 0.2748 \end{array}$$

O derived from  $\text{Eu}_2\text{O}_3$ :  $\text{O} = \frac{3}{2} \times 4.122 \times 10^{-3} = 6.183 \times 10^{-3} \text{ mol}$

Deficient O:  $\text{O} = 0.2748 - 6.183 \times 10^{-3} = 0.2686 \text{ mol}$

Addition amount of  $\text{SiO}_2$ :  $\text{SiO}_2 = \frac{1}{2} \times 0.2686 = 0.1343 \text{ mol}$

Continued on Page

Read and Understood By

*T. Takahashi*  
Signed \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

王. 置 賢 人  
Signed \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_



$$\text{Deficient Si} = 0.2748 - 0.1393 = 0.1405 \text{ mol}$$

Addition amount of  $\text{Si}_3\text{N}_4$ :

$$\text{Si}_3\text{N}_4 = \frac{1}{3} \times 0.1405 = 0.07337 \text{ mol}$$

• Addition amount

$\text{Ca}_3\text{N}_2$	=	0.1333	x	$\frac{1}{3}$	x	148.3 = 6.5892
$\text{Eu}_2\text{O}_3$	=	$4.122 \times 10^{-3}$	x	$\frac{1}{2}$	x	3520 = 0.72552
$\text{SiO}_2$	=	0.2686	x	$\frac{1}{2}$	x	60.09 = 8.0702
$\text{Si}_3\text{N}_4$	=	0.1405	x	$\frac{1}{3}$	x	140.3 = 6.5712
						Total 21.862

$$\textcircled{2} (\text{Ca}_{0.97}\text{Eu}_{0.03})_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4 = 2592$$

$$208 = 0.07716 \text{ mol}$$

Ca =	0.97	x	2	x	0.07716	=	0.1497 mol
Eu =	0.03	x	2	x	↑	=	$4.630 \times 10^{-3} \text{ mol}$
Si =	3	x	-	x	↑	=	0.2315 mol
O =	2	x	-	x	↑	=	0.1543 mol

$$\text{O derived from Eu}_2\text{O}_3: \quad \text{O} = \frac{3}{2} \times 4.630 \times 10^{-3} = 6.945 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Deficient O} : \quad \text{O} = 0.1543 - 6.945 \times 10^{-3} = 0.1474 \text{ mol}$$

Addition amount of  $\text{SiO}_2$ :

$$\text{SiO}_2 = \frac{1}{2} \times 0.1474 = 0.07368 \text{ mol}$$

Deficient Si

$$= 0.2315 - 0.07368 = 0.1578 \text{ mol}$$

Addition amount of  $\text{Si}_3\text{N}_4$ :

$$\text{Si}_3\text{N}_4 = \frac{1}{3} \times 0.1578 = 0.0526 \text{ mol}$$

Continued on Page

Read and Understood By

王置寛人

Signed

Date

Signed

Takashi Watanabe 2013.2.7

Date

Addition amount

$$\begin{aligned}
 \text{Ce}_3\text{N}_2 &= 0.1497 \times \frac{1}{3} \times 148.3 = 7.4002 \\
 \text{Eu}_2\text{O}_3 &= 4.630 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} \times 352.0 = 0.81492 \\
 \text{SiO}_2 &= 0.1474 \times \frac{1}{2} \times 60.09 = 4.4292 \\
 \text{Si}_3\text{N}_4 &= 0.1578 \times \frac{1}{3} \times 140.3 = 7.3802
 \end{aligned}$$

TOTAL 20.022

$$③ (\text{Ce}_{0.97}\text{Eu}_{0.03})_3 \text{Si}_2\text{O}_4\text{N}_2 = 278.5$$

$$20.2 = 0.07181 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ce} &= 0.97 \times 3 \times 0.07181 = 0.2080 \text{ mol} \\
 \text{Eu} &= 0.03 \times 3 \times 0.07181 = 6.463 \times 10^{-3} \text{ mol} \\
 \text{Si} &= 2 \times 1 \times 0.07181 = 0.1436 \text{ mol} \\
 \text{O} &= 4 \times 1 \times 0.07181 = 0.2872 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\text{O derived from Eu}_2\text{O}_3 : \text{O} = \frac{3}{2} \times 6.463 \times 10^{-3} = 9.695 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Deficient O: } \text{O} = 0.2872 - 9.695 \times 10^{-3} = 0.2775 \text{ mol}$$

$$\text{Addition amount of SiO}_2: \text{SiO}_2 = \frac{1}{2} \times 0.2775 = 0.1388 \text{ mol}$$

$$\text{Deficient Si: Si} = 0.1436 - 0.1388 = 4.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Addition amount of Si}_3\text{N}_4: \text{Si}_3\text{N}_4 = \frac{1}{3} \times 4.8 \times 10^{-3} = 1.6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Continued on Page

Read and Understood By

王 置 賢 人

Signed

Date

Signed

Toshizuki Hironori 2027

Date

Addition amount

$$\begin{array}{rclclclcl}
 \text{Ca}_3\text{N}_2 & = & 0.2091 & \times & \frac{1}{3} & \times & 198.3 & = & 10.342 \\
 \text{Eu}_2\text{O}_3 & = & 6.963 \times 10^{-3} & \times & \frac{1}{2} & \times & 352.0 & = & 1.1372 \\
 \text{SiO}_2 & = & 0.1388 & \times & \frac{1}{2} & \times & 60.09 & = & 4.1708 \\
 \text{Al}_3\text{N}_4 & = & 4.8 \times 10^{-3} & \times & \frac{1}{3} & \times & 140.3 & = & 0.22452 \\
 & & & & & & \text{Total} & & 15.872
 \end{array}$$

$$④ \quad (\text{Ca}_{0.97} \text{Eu}_{0.03})_4 \text{Si}_4 \text{O}_9 \text{N}_2 = 458.1$$

$$208 = 0.04366 \text{ mol}$$

$$\begin{array}{rclclclcl}
 \text{Ca} & = & 0.97 & \times & 4 & \times & 0.04366 & = & 0.1694 \text{ mol} \\
 \text{Eu} & = & 0.03 & \times & 4 & \times & \uparrow & = & 5.239 \times 10^{-3} \text{ mol} \\
 \text{Si} & = & 4 & \times & - & \times & \uparrow & = & 0.1746 \text{ mol} \\
 \text{O} & = & 9 & \times & - & \times & \uparrow & = & 0.3929 \text{ mol}
 \end{array}$$

$$\text{O derived from Eu}_2\text{O}_3: \quad \text{O} = \frac{3}{2} \times 5.239 \times 10^{-3} = 7.859 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Deficient O:} \quad \text{O} = 0.3929 - 7.859 \times 10^{-3} = 0.3850 \text{ mol}$$

$$\text{Addition amount of SiO}_2: \quad \text{SiO}_2 = \frac{1}{2} \times 0.3850 = 0.1925 \text{ mol}$$

$$\text{Deficient Si:} \quad \text{Si} = 0.1746 - 0.1925 = -0.01790 \text{ mol}$$

Although the amount of Si is excess, calcination is carried out in this amount.

Addition amount

$$\begin{array}{rclclclcl}
 \text{Ca}_3\text{N}_2 & = & 0.1694 & \times & \frac{1}{3} & \times & 198.3 & = & 8.3742 \\
 \text{Eu}_2\text{O}_3 & = & 5.239 \times 10^{-3} & \times & \frac{1}{2} & \times & 352.0 & = & 0.92212 \\
 \text{SiO}_2 & = & 0.1925 & \times & \frac{1}{2} & \times & 60.09 & = & 5.7842 \\
 & & & & & & \text{Total} & & 15.080
 \end{array}$$

Continued on Page

Read and Understood By

S. Takashima

玉置 寛人

Signed

Date

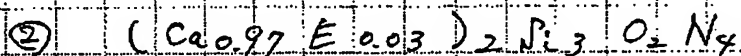
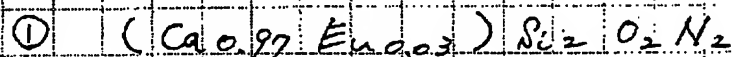
Signed

Takashima Hiroyuki 2013.2.7

Date

① 原料

## ② Calcination samples

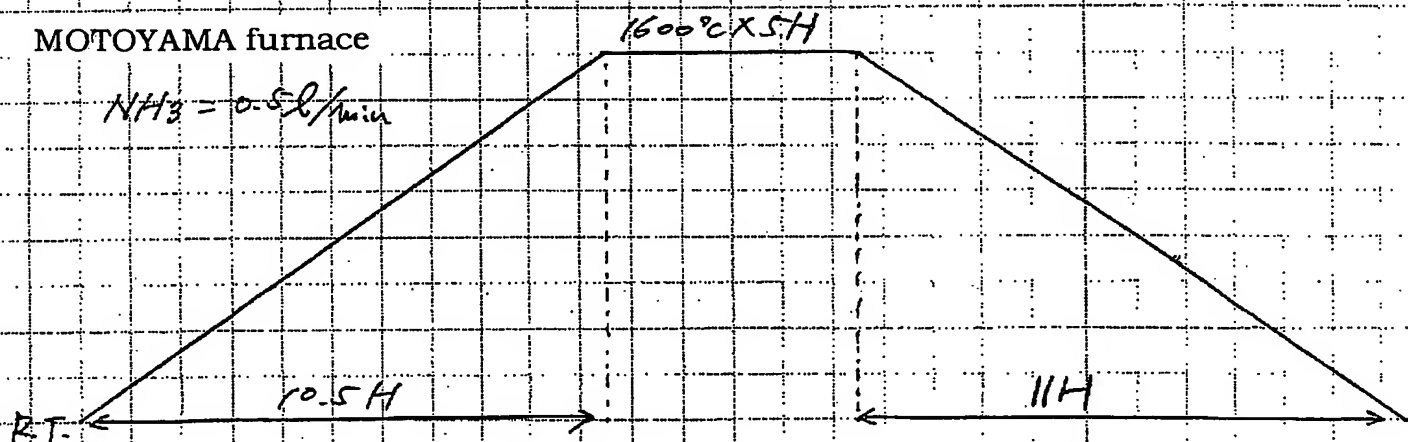


## ③ Raw materials

	①	②
$\text{Ca}_3\text{N}_2$	6.589	7.400
$\text{Eu}_2\text{O}_3$	0.7255	0.8149
$\text{SiO}_2$	8.070	4.429
$\text{Si}_3\text{N}_4$	6.571	7.380
Total	21.96	20.02

TC120M-1

## ④ Calcination pattern



7/2 22:20  
78°C START

7/4 8:13 10:33  
80°C  $\text{N}_2 = 0.5\text{L/min}$  79°C

For some reason, the pressure of the gas cylinder was reduced, and only 0.3L of  $\text{NH}_3$  flowed. Taken o

Read and Understood By

王置 寛人

J. Takashima

Signed

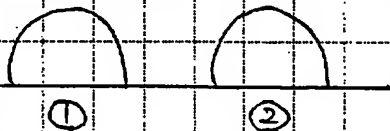
Date

Signed

Toshiyuki Watanabe 2012.2.7 Date

②

Feed

Backward of  
the furnace

②

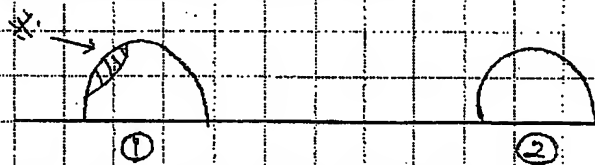
Feed amount

$$\textcircled{1} : 24.1 - 2.6 = 21.5 g$$

$$\textcircled{2} : 22.2 - 2.5 = 19.7 g$$

②

Appearance when taken out

Backward  
of the furnace→  
NH<sub>3</sub>

① • Body Color = Yellow

Emitted yellow light at when excited at EX=253.7, 365 nm  
(the brightness was high when EX=365 nm).

(Due to NH<sub>3</sub>?) →

At the portion\*, there was no light emission when  
excited at EX=253.7, 365 nm, (slightly emitted red  
light).

→ Too hard to be separated.

②

The volume is small. → about a half of CISON-1  
→ Too hard → cannot be crushed → not practical  
→ stuck to PBN, so that PBN was peeled off → cannot  
be separated.

Body color on surface: dull yellow → No light emission  
(EX=365, 25...)

Internal body color: red

→ emitted red light

The brightness was high at EX=365.

Continued on Page \_\_\_\_\_

Read and Understood By

S. Takashima

Signed

Date

玉置 寛人

Signed

Toshizuki Masami '03.2.7

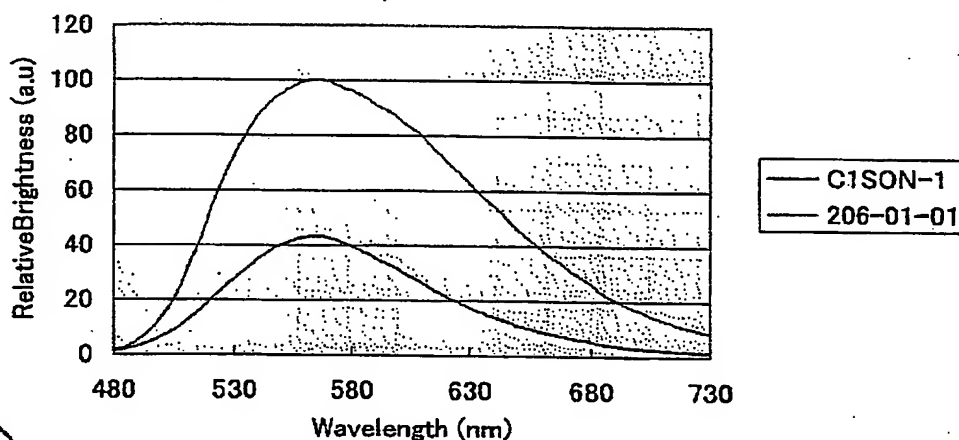
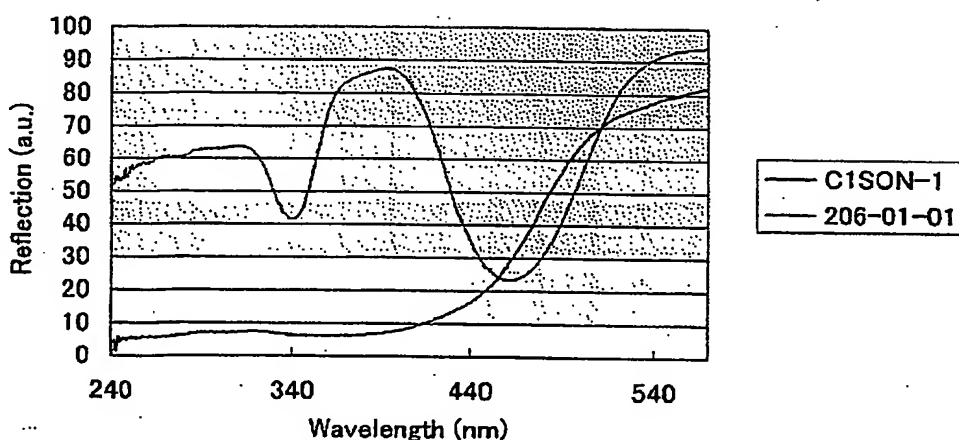
Date

## Brightness

lotno	std	x	y	ly	eng	qnt
C1SON-1	206-01-01	0.439	0.542	39.3	35.2	34.4

## Temperature properties

lotno	std	x	y	ly	eng	qnt
C1SON-1 RT EX=460nm	C1SON-1 RT EX=460nm	0.448	0.533	100.0	100.0	100.0
C1SON-1 50C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.445	0.534	93.8	94.2	94.1
C1SON-1 100C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.438	0.538	71.6	72.8	72.7
C1SON-1 150C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.431	0.539	39.3	41.1	40.9
C1SON-1 200C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.421	0.536	13.8	15.1	15.1
C1SON-1 250C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.409	0.526	5.1	6.0	6.0
C1SON-1 300C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.389	0.510	2.3	3.1	3.1
C1SON-1 35C	C1SON-1 RT EX=460nm	0.448	0.533	97.3	97.4	97.4

Luminescence spectra of  $(\text{Ca}_{0.97}\text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$   
(EX=460nm)Reflection spectra of  $(\text{Ca}_{0.97}\text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ 

Continued on Page

Read and Understood By

王量 覺人

Signed

Date

Signed

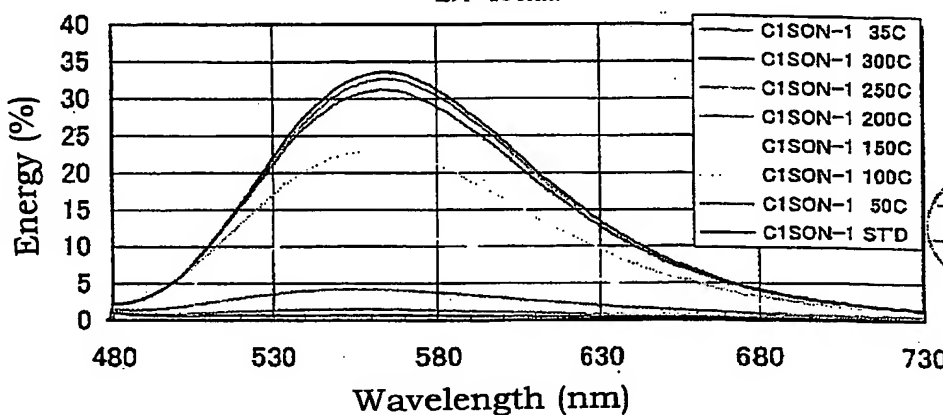
Takahashi Tetsu '03.2.27

Date



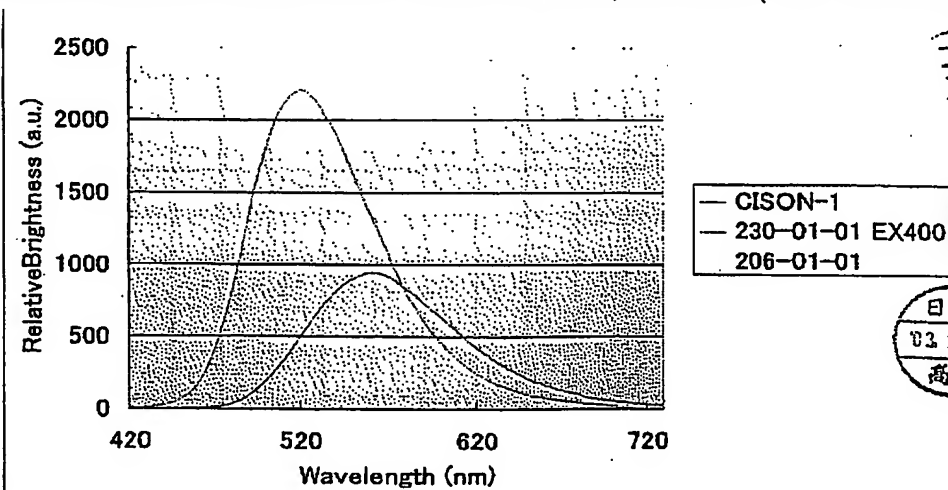
Temperature properties of luminescence spectra of  $(\text{Ca}_{0.97}\text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ 

EX=460nm



EX=400 nm Yellow light emission

STD=NP230

Luminescence spectra of  $(\text{Ca}_{0.97}\text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$  (EX=400nm)

Read and Understood By

王置 貴人

Signed

Date

Signed

Toshimichi Hirai

Date

PROJECT

(Ca0.97, Eu0.03)Si2O2N2 TCISON-2

添加量	
Ca3N2	6.0074 g
Eu2O3	0.6615 g
SiO2	7.3589 g
Si3N4	5.9909 g
ToTal	20.019 g

(Ca0.94, Eu0.06)Si2O2N2 TCISON-3

Ca3N2	5.7017 g
Eu2O3	1.2957 g
SiO2	7.0414 g
Si3N4	5.9966 g
ToTal	20.035 g

(Ca0.91, Eu0.09)Si2O2N2 TCISON-4

Ca3N2	5.4083 g
Eu2O3	1.9044 g
SiO2	6.7368 g
Si3N4	6.0021 g
ToTal	20.052 g

(Ca0.88, Eu0.12)Si2O2N2 TCISON-5

Ca3N2	5.1265 g
Eu2O3	2.4889 g
SiO2	6.4441 g
Si3N4	6.0074 g
ToTal	20.067 g

(Sr0.97Eu0.03)Si2O2N2 TSISON-1

添加量	
Sr3N4	9.140 g
Eu2O3	0.513 g
SiO2	5.709 g
Si3N4	4.649 g
ToTal	20.011 g

(Sr0.485Ca0.485Eu0.03)Si2O2N2

添加量	
Ca3N2	2.625 g
Sr3N4	5.150 g
Eu2O3	0.250 g 0.2492
SiO2	6.433 g
Si3N4	5.233 g
ToTal	19.691 g

Additive

Notebook No.

Continued From Page

Molar ratio<sup>33</sup>

Weight ratio

TSISON-2

(Sr0.475, Ca0.475, Ce0.05)2Si5N8

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量(g)
Sr3N2	290.9	3	0.95	92.112	4.722
Ca3N2	148.3	3	0.95	46.949	2.407
CeO2	172.1	1	0.1	17.21	0.882
Si3N4	140.3	3	5	233.85	11.989
-	-	-	7	390.121	20.000

Additive (Sr0.45, Ca0.45, Ce0.1)2Si5N8

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量(g)
Sr3N2	290.9	3	0.9	87.264	4.363
Ca3N2	148.3	3	0.9	44.478	2.224
CeO2	172.1	1	0.2	34.42	1.721
Si3N4	140.3	3	5	233.85	11.692
-	-	-	7	400.012	20.000

Additive (Sr0.4, Ca0.4, Ce0.2)2Si5N8

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量(g)
Sr3N2	290.9	3	0.8	77.568	3.696
Ca3N2	148.3	3	0.8	39.536	1.884
CeO2	172.1	1	0.4	68.84	3.280
Si3N4	140.3	3	5	233.85	11.141
-	-	-	7	419.794	20.000

(Ca0.97, Eu0.03)Si2O2N2

添加量	
Ca3N2	6.0074 g
Eu2O3	0.6615 g
SiO2	7.3589 g
Si3N4	5.9909 g
ToTal	20.019 g

(Ca0.88, Eu0.12)Si2O2N2

Ca3N2	5.1265 g
Eu2O3	2.4889 g
SiO2	6.4441 g
Si3N4	6.0074 g
ToTal	20.067 g

CISON-6

-8

-10

CISON-7

-9

-11

Continued on Page

Read and Understood By

玉置 寛人

Signed

Date

Signed

Toshitsugu Nishida 03.2.97

03.2.07

高島

03.2.07

高島



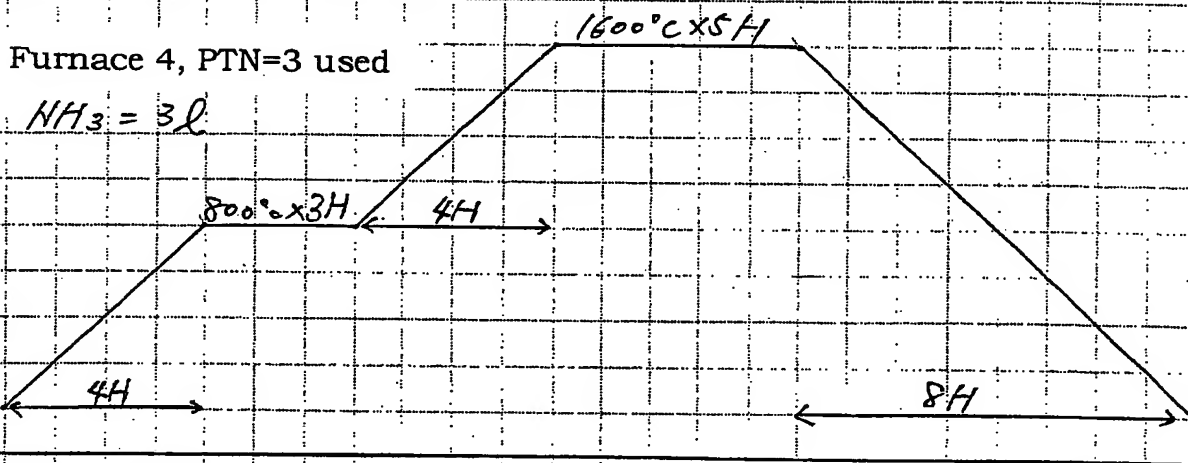
⊗ Raw materials →

Refer to pages 17, 33.

⊗ Calcination samples

- $(Ca_{1-x} Eu_x) Si_2 O_7 N_2$   $x = 0.03, 0.06, 0.09, 0.12$
- $(Sr_{\frac{1-x}{2}} Ca_{\frac{1-x}{2}} Ce_x) Si_5 N_8$   $x = 0.05, 0.1, 0.2$
- $(Sr_{0.475} Ca_{0.475} Ce_{0.05}) (Si_{0.96} Al_{0.036})_5 N_8$

⊗ Calcination pattern



7/10 11:48  
76, 79, 78°C START

⊗ Lot #

• CIPON - 2  
2  
-5

• NICCN - 2  
2  
-5

Continued on Page

*S. Takashima*  
Signed \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

Read and Understood By

王.置.寛人

Signed *Takishima* Date 10.2.27

Intensity of  
yellow light  
emission was  
high at  
EX=253.7nm  
365nm

# Appearance when taken out

the surface  
was glassified.

• CLISON -2 (Eu 0.03)

• -3 (Eu 0.06)

• -4 (Eu 0.09)

• -5 (Eu 0.12)

• SCCSN -2 (Ce 0.05)

• -3 (Ce 0.1)

• -4 (Ce 0.2)

• -5 (Ce 0.05, Al)

White substance on the surface  
(blue-green light emission). Lighter  
body color compared with the other three.

• Body color=yellow (gradually  
darker)  
Surface body color=dark yellow

• There were particles emitting red light on  
the surface. (The number  
gradually increased.)

• Body color=ocher (gradually  
became yellow)

• Brown spots (insufficient mixing?)

• Yellow light emission at EX=253.7,  
365nm (almost the same intensity)  
(There were particles emitting red  
light on the surface.)

Only in this sample,  
blue light emission  
on the surface  
at EX=253.7nm, 365nm.

This side is backward  
of the furnace.

Only in this sample, grey particles not  
emitting light in the direction where  $\text{NH}_3$   
was not contacted.

## Yield

## Internal

## Surface

• CLISON -2	:	6.6	+	11.0	=	17.62
• -3	:	3.9	+	13.8	=	17.72
• -4	:	4.2	+	13.0	=	17.22
• -5	:	3.3	+	14.7	=	18.02
• SCCSN -2	:	9.1	+	9.6	=	18.72
• -3	:	8.5	+	9.9	=	18.42
• -4	:	4.2	+	14.3	=	18.52
• -5	:	12.8	+	6.4	=	19.22

Continued on Page

Read and Understood By

*Takashi*

王置賢人

Signed

Date

Signed

Takashi Nishida 103.2.7

Date

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	0.95	46.056	7.375
Ca3N2	148.3	3	0.95	23.4745	3.759
CeO2	172.1	1	0.05	8.605	1.378
Si3N4	140.3	3	1	46.77	7.489
Total	-	-	2	124.9055	20.000

Weight ratio  
continued From Page

Number of elements  
(Sr0.475Ca0.475Ce0.05)2Si5N8 Si/M=2.5 TMC PN-6

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	0.95	92.112	4.722
Ca3N2	148.3	3	0.95	46.949	2.407
CeO2	172.1	1	0.1	17.21	0.882
Si3N4	140.3	3	5	233.85	11.989
Total	-	-	7	390.121	20.000

Number of elements  
(Sr0.475Ca0.475Ce0.05)Si4N2.6 Si/M=4 TMC PN-7

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	0.475	46.056	3.473
Ca3N2	148.3	3	0.475	23.4745	1.770
CeO2	172.1	1	0.05	8.605	0.649
Si3N4	140.3	3	4	187.08	14.108
Total	-	-	5	265.2155	20.000

Additive Number of elements  
(Sr0.475Ca0.475Ce0.05)Si5.5N2.8 Si/M=5.5 TMC PN-8

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	0.475	46.056	2.747
Ca3N2	148.3	3	0.475	23.4745	1.400
CeO2	172.1	1	0.05	8.605	0.513
Si3N4	140.3	3	5.5	257.235	15.340
Total	-	-	6.5	335.3705	20.000

(Sr0.475Ca0.475Ce0.05)Si7N10 Molar ratio Weight ratio Si/M=7 TMC PN-9

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	0.475	46.056	2.271
Ca3N2	148.3	3	0.475	23.4745	1.158
CeO2	172.1	1	0.05	8.605	0.424
Si3N4	140.3	3	7	327.39	16.146
Total	-	-	8	405.5255	20.000

(Sr0.95Ce0.05)2Si5N8 Molar ratio Weight ratio Sr/Ca=10/0 TMC PN-4

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	1.9	184.224	8.465
CeO2	172.1	1	0.1	17.21	0.791
Si3N4	140.3	3	5	233.85	10.745
-	-	-	7	435.284	20.000

(Sr0.285Ca0.665Ce0.05)2Si5N8 Molar ratio Weight ratio Sr/Ca=3/7 TMC PN-3

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	0.57	55.2672	2.971
Ca3N2	148.3	3	1.33	65.7286	3.533
CeO2	172.1	1	0.1	17.21	0.925
Si3N4	140.3	3	5	233.85	12.571
-	-	-	7	372.0558	20.000

Molar ratio  
Weight ratio  
Mix amount

Molar ratio  
Weight ratio  
Mix amount

Molar ratio  
Weight ratio  
Mix amount

Molar ratio  
Weight ratio  
Mix amount

Molar ratio  
Weight ratio  
Mix amount

Molar ratio  
Weight ratio  
Mix amount

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	1.33	128.9568	6.319
Ca3N2	148.3	3	0.57	28.1694	1.380
CeO2	172.1	1	0.1	17.21	0.843
Si3N4	140.3	3	5	233.85	11.458
-	-	-	7	408.1862	20.000

添加剤	M.W.	元素数	混合比	重量比	混合量 (g)
Sr3N2	290.9	3	1.9	93.898	5.444
Ca3N2	148.3	3	0.1	17.21	0.998
CeO2	172.1	1	5	233.85	13.558
Si3N4	140.3	3	7	344.958	20.000

Continued on Page

Signed

Date

王置 賢人

Signed Toshiyuki Tokuo 2022.7 Date

(Ca<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>0.5</sub>N<sub>3</sub>Tc<sub>1</sub>SoH-12

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	6.4084 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.7057 g
SiO <sub>2</sub>	1.8270 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	11.0785 g
ToTal	20.020 g

(Sr<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>0.5</sub>N<sub>3</sub>Ts<sub>1</sub>SoH-12

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	9.6094 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5394 g
SiO <sub>2</sub>	1.3966 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	8.4689 g
ToTal	20.014 g

(Ca<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>1</sub>N<sub>2.7</sub>Tc<sub>1</sub>SoH-13

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	6.2689 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6903 g
SiO <sub>2</sub>	3.7513 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	9.3088 g
ToTal	20.019 g

(Sr<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>1</sub>N<sub>2.7</sub>Ts<sub>1</sub>SoH-13

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	9.448692 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.53041 g
SiO <sub>2</sub>	2.882392 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	7.15272 g
ToTal	20.014 g

(Ca<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>Tc<sub>1</sub>SoH-14

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	6.0074 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6615 g
SiO <sub>2</sub>	7.3589 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	5.9909 g
ToTal	20.019 g

(Sr<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>Ts<sub>1</sub>SoH-14

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	9.1428 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5132 g
SiO <sub>2</sub>	5.7096 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	4.6482 g
ToTal	20.014 g

(Ca<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>4</sub>N<sub>0.6</sub>Tc<sub>1</sub>SoH-15

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	5.5448 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6106 g
SiO <sub>2</sub>	13.7407 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	0.1217 g
ToTal	20.018 g

(Sr<sub>0.97</sub>, Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>4</sub>N<sub>0.6</sub>Ts<sub>1</sub>SoH-15

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	8.5869 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4820 g
SiO <sub>2</sub>	10.8483 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	0.0961 g
ToTal	20.013 g

日垂  
03.2.07  
高島

Continued on Page

Read and Understood By

*S. Japanni*  
Signed

Date

王置 寛人  
Signed

03.2.7 Date



## Object

- Changing the Sr, Ca/Si ratio in  $\text{SrCaSi}_5\text{N}_8\text{:Ce}$  to confirm properties.
- Changing the Sr/Ca ratio in  $(\text{Sr, Ca})_2\text{Si}_5\text{N}_8\text{:Ce}$  to confirm properties.



## Raw materials

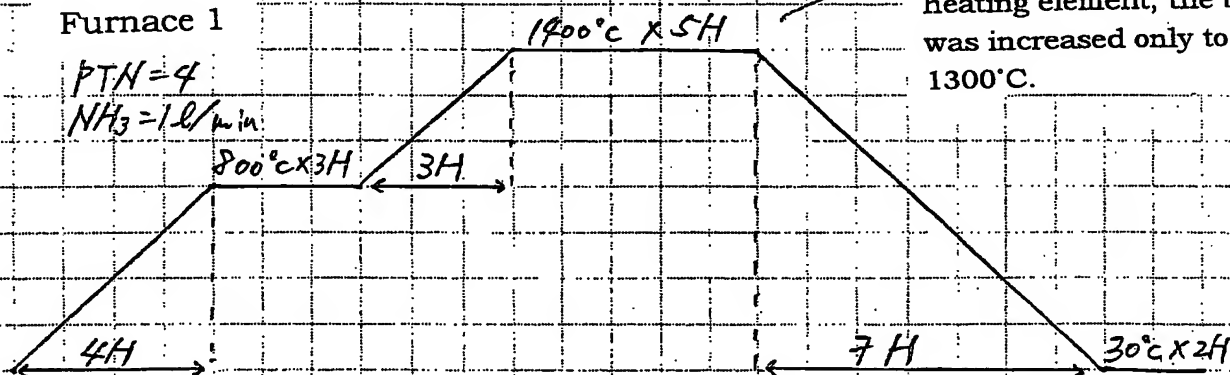
Refer to page 44.



## Calcination pattern

Furnace 1

PTN=4

 $\text{NH}_3 = 1.6 \text{ l/min}$ 

7/18 20:24 START

32, ~~34~~, 35°C  
33, 34

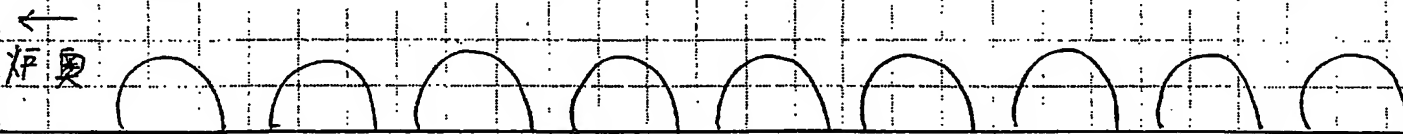
7/20 10:22

33, 34, 35°C

Taken out



## Feed



T.M.C.S.N-1

-2

-3

-4

-6

-5

-7

-8

-9

Sr/Ca = 0/0

3/7

7/3

10/0

Si/M=25

=1

=9

5.5

7

Backward  
of the  
furnaces

Continued on Page

Read and Understood By

Signed

Date

Signed Toshiyuki Nishii '03.2.7 Date



Feed amount

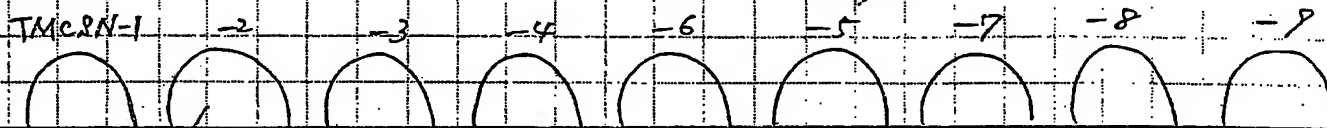
TMCSN-1	:	22.1	-	2.5	=	19.6	2
-2	:	22.1	-	2.7	=	19.4	
-3	:	22.0	-	2.4	=	19.6	
-4	:	<del>22.0</del> 22.0	-	2.4	=	19.6	
-5	:	22.0	-	2.2	=	19.8	
-6	:	22.0	-	2.5	=	19.5	
-7	:	22.0	-	2.5	=	19.5	
-8	:	22.1	-	2.5	=	19.6	
-9	:	22.0	-	2.4	=	19.6	

deficiency of S



Appearance when taken out

PT/D

NH<sub>3</sub> smell was considerably strong

Particles emitting blue light and those emitting green light were cloudy.

Many particles emitting red light on the surface

Contamination of Eu?

Body color

Ex=253.7 nm

EX=365 NM

TMCSN-1

light brown

emission of blue light

glimmering emission of blue light

TMCSN-2

light green

emission of green light

glimmering emission of green light

TMCSN-3

light green

the brightest of the three, the other two were the same.

Brightness: #2

#1

#3

TMCSN-4

cloudy white

TMCSN-5

brown

no light emission  
emission of green lightno light emission  
glimmering emission of green light

TMCSN-6

light green

gradually became weaker

gradually became weaker

TMCSN-7

cloudy white

TMCSN-8

cloudy white

TMCSN-9

cloudy white

no light emission  
no light emission

Yield

Surface

Internal

TMCSN-1	:	5.4	+	12.9	=	18.3
-2	:	7.5	+	11.7	=	19.2
-3	:	8.0	+	11.6	=	19.6
-4	:	9.9	+	10.3	=	20.2

Continued on Page \_\_\_\_\_

Read and Understood By

玉置寛人

Signed

Date

Signed

Toshiyuki Nishida 2012.2.7

Date





Object

Coactivating oxynitride with Eu and Mn to confirm properties.



Objective compositions

- $(Ca_{0.94}Eu_{0.03}Mn_{0.03})Si_2O_2N_2$  TCISON-18
- $(Sr_{0.94}Eu_{0.03}Mn_{0.03})Si_2O_2N_2$  TPISON-8



Mix amount

	TCISON-18	TPISON-8
$Ca_3N_2$	5.804	—
$Si_3N_4$	6.145	4.808
$SiO_2$	7.112	5.558
$Eu_2O_3$	0.6595	0.2227
$MnO_2$	0.3258	0.2547
$Sr_3N_2$	—	8.902



Feed

Backward of the furnace



Ca

Sr

TCISON-18

TPISON-8



Feed amount

- TCISON-18 : 22.2 - 2.8 = 19.4
- TPISON-8 : 21.9 - 2.7 = 19.2

Continued on Page

Read and Understood By

王置寛人

Signed

Date

Signed

Toshiyuki Nishida 103.27

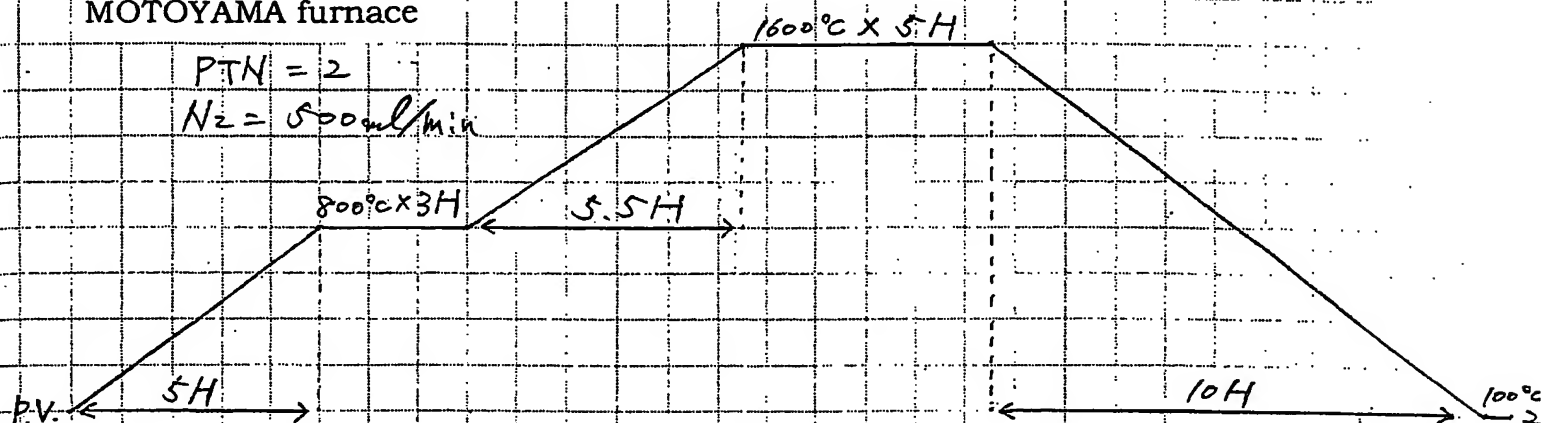
Date

## ⑧ Calcination pattern

MOTOYAMA furnace

$$PTN = 2$$

$$N_2 = 500 \text{ ml/min}$$



7/29 14:58  
79°C START

7/31 9:09  
93°C Taken  
out

## ⑧ Appearance when taken out

## ⑧ Yield

$$TC/SON-18 = 17.82$$

$$TC/SON-18$$

$$TS/SON-8 = 18.32$$

Tendency of glassification → Although very hard, can be crushed with a mortar. Body color: dark yellow

Uniformly calcined until the surface (however, there was a slight amount of an extremely hard brown portion).

$$TS/SON-8$$

Tendency of glassification → Although very hard, can be crushed with a mortar. Body color: dark green (looks like darker than that without Mn)

Uniformly calcined until the surface (however, there was a slight amount of an extremely hard brown portion).

Continued on Page

Read and Understood By

王通貴

Signed

Date

Signed

Yoshinobu Nakano 103.2.7

Date





Object

Mixing Mg with the mother body to confirm respective properties.



Raw materials

Ca<sub>0.97</sub>Eu<sub>0.03</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub> TC150N-20

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	6.0074 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6615 g
SiO <sub>2</sub>	7.3589 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	5.9909 g
ToTal	20.0187 g

Ca<sub>0.87</sub>Mg<sub>0.1</sub>Eu<sub>0.03</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>

Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	5.4400 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6679 g
SiO <sub>2</sub>	7.4300 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	6.0470 g
Mg <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	0.4259 g

Sr<sub>0.97</sub>Eu<sub>0.03</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub> TS150N-10

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	9.1428 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5132 g
SiO <sub>2</sub>	5.7096 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	4.6482 g
ToTal	20.0139 g

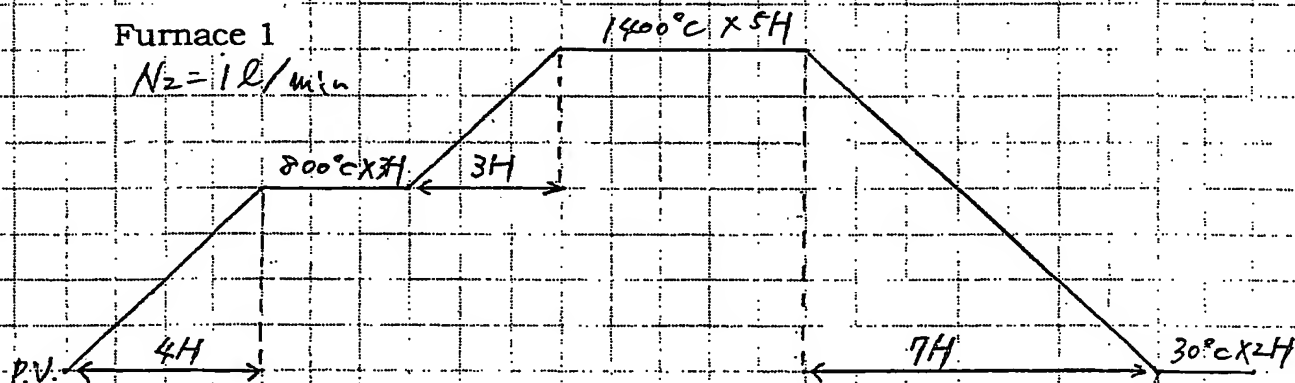
Sr<sub>0.87</sub>Mg<sub>0.1</sub>Eu<sub>0.03</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>

Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	8.4610 g
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5296 g
SiO <sub>2</sub>	5.8920 g
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	4.7980 g
Mg <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	0.3377 g

日  
03.2.07  
高島



Calcination pattern



8/2 20:03 START  
36, 36, 37°C



Feed

ST SrMg CaMg Ca  
TS150N-10 TS150N-11 TC150N-21 TC150N-26

Backward of the furnace

Continued on Page

Read and Understood By

王置寛人

Signed

Date

Signed

Date

④ Feed amount

TCLIPON	- 20	:	22.1	-	2.8	=	19.3 g
	- 21	:	22.1	-	2.7	=	19.4 g
TCLIPON	- 10	:	22.3	-	3.3	=	19.0 g
	- 11	:	22.1	-	2.9	=	19.2 g

④ Appearance when taken out

TCLIPON-20

TCLIPON-21

TCLIPON-10



灰色部分 + 薄黄色部分  
Gray portion + light yellow portion

黄色  
Yellow

黄緑  
Yellow green  
少し濃い  
A little darker

Body Color

黄色粉末  
Yellow powder緑粉末  
Green powder

EX = 365 nm

↓ 低く - low brightness

EX = 253.7 nm

Yellow light emission

↑

↑

↑

Yes

No

Yes

Yes

表面の灰色非発光粒子  
Surface gray non-light-emitting particles

Zn 他 Others

gray, non-light-emitting particles on the surface

表面の発光粒子有  
Surface light-emitting particles have

Particles emitting blue light on the surface

Body Color が 黄色で  
明るく 温度不足

Cloudy body color,  
apparently insufficient

Continued on Page

Read and Understood By

Signed

Date

Signed

Toshiyuki Terao

Date

03.2.27

日通  
03.2.07  
高島

## ● Object

Calcining  $\text{MgSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}$ ,  $\text{BaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}$  to confirm properties as novel phosphors.

## ● Raw materials

$\text{Mg}_{0.97}\text{Eu}_{0.03}\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$	
$\text{Mg}_3\text{N}_2$	4.526
$\text{Eu}_2\text{O}_3$	0.7318
$\text{Si}_3\text{N}_4$	6.627
$\text{SiO}_2$	8.142
Total	20.0268

TMG/SON-1

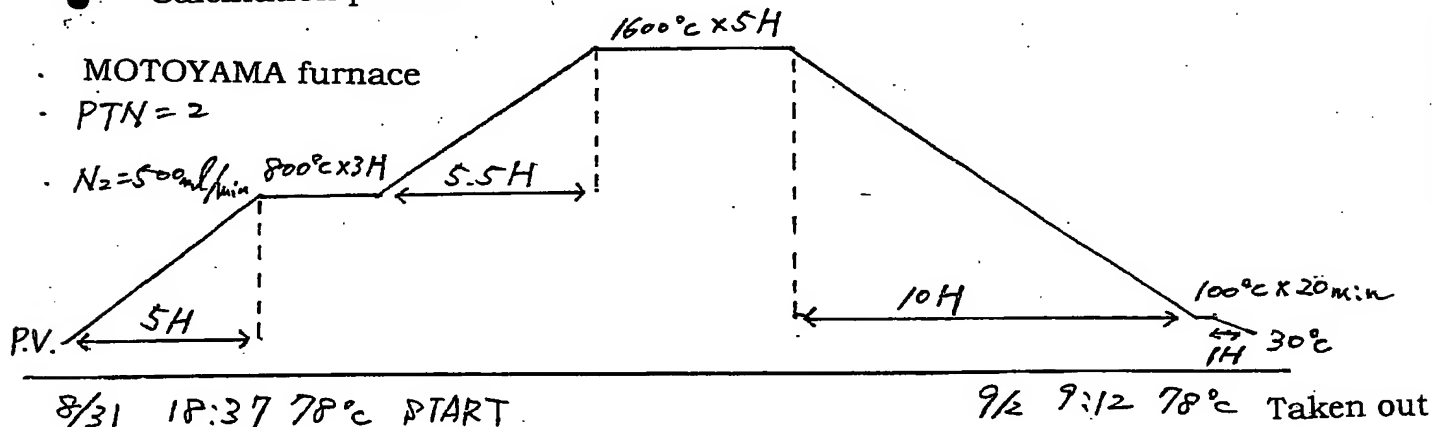


$\text{Ba}_{0.97}\text{Eu}_{0.03}\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$	
$\text{Ba}_3\text{N}_2$	11.20
$\text{Eu}_2\text{O}_3$	0.4159
$\text{Si}_3\text{N}_4$	3.765
$\text{SiO}_2$	4.627
Total	20.0079

TBA/SON-1



## ● Calcination pattern



## ● Feed

Backward of the furnace



## ● Feed amount

$$\text{TMG/SON-1} : 22.2 - 2.5 = 19.72$$

$$\text{TBA/SON-1} : 22.2 - 2.4 = 19.82$$

Siguru Takahira

玉置 賢  
Takashi Takamochi 2003.2.8  
Takashi Takamochi

Appearance when taken out

TMG1SON-1 (Mg)

Body color: light ocher

EX=253.7 nm      Body color: white, only a part of the body emitted light blue light.

EX=365 nm      Ditto

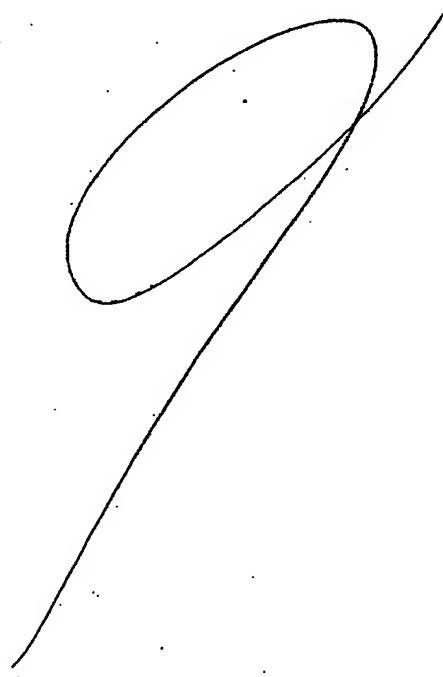
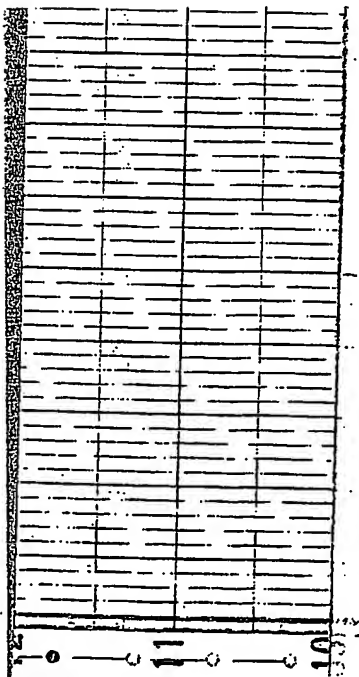
In both cases, equal brightness

TBA1SON-1 (Ba)

Body color: dull yellow

EX=253.7 nm      Non-light emitting particles and those emitting green color light were mixed. Not possible to determine from their body color

EX=365 nm      Ditto



*Signature*  
Shiguru Takashima

王置寛  
Takeuchi Takashi 2003.2.8  
Takashi Takashima

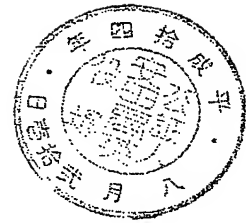
# **EXHIBIT C**

「開発月報（R 3-1）」について

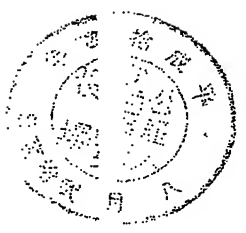
徳島県阿南市上中町岡491番地100

日亜化学工業株式会社

知財部長代行 松 下 一 郎



確  
定  
付  
1360  
号



社長	第一部門					知財
部門長	生産本部					
	本部長	副本部長	技師長	開発部長	開発課長	

R3-1

## 月開発月報まとめ

部署 R3-1 氏名 玉置 寛人

テーマ	スケジュール			
	7月	8月	9月	10月
YAG・酸化物系	製造引き継ぎ 輝度 UP、分布改良 新規シケート試作			
ナイトライト系	ピーク波長変更品出荷 新規オキシナイトライト試作	焼成再現試験 オキシナイトライト改良	高輝度化試験 希土類ナイトライト試作	
焼成実験室・キャバ (詳細予定添付) 無機バインダー		1次工事完了 ①～⑤号炉まで 新規バインダー合成	ライフ結果まとめ	メタル合成炉稼働
テーマ	現状要点			コメント
LED 用蛍光体開発	①YAG 製造引き継ぎ・改良、シリコンナイトライト Red の製造・改良を中心に開発中。 ②YAG 関係は 1 部門と 2 部門間のサンプルと結果のやり取りが十分出来ておらず 7/18YAG 改良方針について会議を行い、今後必ず月 1 回ペースで会議を実施し方針のすりあわせを行う。(YAG 出荷タイプまとめ添付 3 ページ目) ・LED 用 YAG の開発方針としては、輝度が高く、粒径の揃った物を用意し、色調、粒子サイズを選択してもらう方向で進めたい。他の蛍光体でも同じ。 ・これら蛍光体を 2 部門でランプ構造・目的に応じ使い分けられる形態にしたい。 ③9 月学会発表(米 照明学会 LA 成川さん)を受け、知財で窒化物蛍光体関連の特許出願に力を入れることになった。(知財 東京分室 芥川さん他) ④技術保全関係 ・7 月出願無し。 ・8 月 3～5 件予定。			
1. ナイトライト 蛍光体 亀島・高島・玉置	①ナイトライト 焼成実験室状況・・・(スケジュール表添付 4 ページ目) ・1 次工事が 8 月末完了。①～⑤号炉まで運転可能となる。 ・メタル炉(常用 1800℃)、管状炉(常用 1600℃)申請、メタル合成炉は 10 月運転。 実験結果 ①認定用サンプル ・新設炉(常用 1600℃)で 610～650nm ピーク波長変更サンプル 5 種出荷、LA1 で認定用白色 LED、電球色 LED 試作。ライフ投入済み。 ②再現焼成 ・炉内に飛散物が堆積すると共に、焼成品の輝度が低下してきた。 ・原因は炉内堆積物による NH3 分解もしくは赤外線透過の阻害と考えている。 ・対策実施中。8 月～9 月は再現性の確保に注力する。			→8/末 技術保全

持ちテーマ	現 状 要 点	コ メ ン ト
	<p>③輝度 UP</p> <p>・輝度 UP 試験は焼成再現性確認の後実施する。進展無し。</p> <p>④シリコンオキシナイトライド (Eu 付活 Green~Yellow)</p> <p>・400nm 直接励起で、YAG より効率の良い Yellow と、SAE に近い効率の Green 発光の蛍光体。LA1 で 400nm+CCA+ナイトライド Red+オキシナイトライド Green で白色 LED を試作。400nm+CCA+YAG の約 75%の効率。改善の余地有り。</p> <p>⑤Sr メタル供給</p> <p>・Timminco 社 Sr メタ 4kg 入手、分析へ。価格は現行の 1/20。</p>	
2. 酸化物系蛍光体 武市・木下・村崎	<p>①白色 LED 製造用レギュラー YAG (木下)</p> <p>・現行 206-01 タイプが 206-23 分級タイプに移行中。在庫不足から製造。</p> <p>・光度 UP 品、色調変更品も中量製造。</p> <p>・全て新タイプであり、SPEC、製法、在庫管理など、今後 1~2 ヶ月で整備する。</p> <p>②YAG 改良 (村崎)</p> <p>・LED 用 YAG として、輝度が高く、粒度分布の良い、6~7<math>\mu</math>m の物を目指す。</p> <p>・雰囲気、Flux 変更を検討中。NH<sub>4</sub>Cl+BaF<sub>2</sub> 系で分布良、残留 Cl の影響で色調がズレ、輝度低下が起こる。雰囲気、Flux 種、量で対策中。</p> <p>③YAG アニール試験 (玉置)</p> <p>・酸素濃度を変えてアニールを実施。弱還元領域で輝度が高い事を確認。</p> <p>④BMSE (Ba、Mg シリケート Eu 付活、Eu・Mn 付活) (武市)</p> <p>・400nmLED 励起で、現在、最も輝度の高い Green 蛍光体 SAE とエネルギー効率 はほぼ同等、Green・Pink 用途として検討。</p> <p>・エチルシリケート反応品を高温焼成 (1250℃) し最高輝度を確認、LA1 に出荷。</p>	→8/末 技術保全
3. 無機バインダー 祖父江・丸田	<p>・バインダー中の残留有機とライフの関係を明らかにする一連の試験を実施中。</p> <p>①無機バインダー硬化試験 (祖父江)</p> <p>・雰囲気、温度、昇温速度、蛍光体の有無、バインダー分子量、加水分解率を試験し残留有機が少なくなる条件を決定した。</p> <p>②ライフ試験 (祖父江・丸田)</p> <p>・残留有機の少なくなる条件でシリウスタイプランプを作製、7/末よりライフ投入。</p> <p>・9 月中旬に 1000hr の結果出る予定。</p> <p>③シリウス実装状態での有機分の直接分析 (祖父江)</p> <p>・EDX、FT-IR で直接分析可能なデータが得られた。但し、絶対値評価に問題がある為、WDX での測定も行う。サンプル間のデータ比較は十分可能。</p> <p>④シリカゾルバインダー合成 (丸田・祖父江)</p> <p>・残留有機が少なく、接着力が強く、硬化割れしない材料の合成試験開始。</p>	→ 8/末 技術保全
4. VFD 用新規 RED 高島・玉置	<p>・Lu<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Eu 蛍光体特許、7/31 出願。</p> <p>・本業務、引き継ぎ・残務完了。</p>	



社長	第一部門					知財
	部門長	生産本部				
		本部長	副本部長	技師長	開発部長	
	(6)	(7)		佐野	日暮	

月報

部署： R3-1

氏名： 高島 優

### カルシウムオキシナイトライド焼成試験

#### ◆目的

CESN の副産物として、 $\text{CaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\cdot\text{Eu}$  による黄色発光粒子が得られている。この蛍光体を目的物質として作製するとともに別組成のオキシナイトライドを試作し、新規蛍光体としての可能性を探る。

◆実験 PDF file に記載のある下記①～④を作製した。(Top Temp.=1600℃,  $\text{NH}_3$  雰囲気)

- ①  $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$       ②  $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4$   
 ③  $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})_3\text{Si}_2\text{O}_4\text{N}_2$       ④  $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})_4\text{Si}_4\text{O}_9\text{N}_2$

#### ◆結果

①	BodyColor=Yellow。黄色発光蛍光体。EX=400nm で高輝度→ Y=911% (STD=206-01-01)
②	表面粒子：BodyColor=くすんだ Yellow。EX=253.7, 365nm で発光無し。 内部粒子：BodyColor=Red。EX=253.7, 365nm で赤色発光。ガラス化傾向→乳鉢での粉碎不可能。
③	BodyColor=Yellow。253.7, 365nm で若干黄緑発光。Air 中で破裂する。 完全にガラス化 → 液体となって流れ出し、炉心管・PBN ボートにダメージを与える。
④	BodyColor=クリーム色。253.7, 365nm で発光無し。完全にガラス化。

※①は 400nm 励起白色 LED 用蛍光体として実用化の可能性が有るが、②～④はガラス化するため実用化の可能性は低い。

### $\text{CaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\cdot\text{Eu}$ 焼成試験

◆目的 400nm 励起白色 LED への導入に向け、 $\text{CaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\cdot\text{Eu}$  の特性 up を目指す。

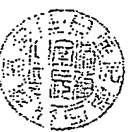
◆実験/結果 標準焼成条件から、下表の条件変更を行った。

標準焼成条件： 組成= $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ , Top Temp.=1600℃, 焼成雰囲気= $\text{NH}_3$   
 Y=911% (STD=206-01-01)

条件変更内容	結果
Eu 組成比=0.06, 0.09, 0.12	組成比=0.03 (標準品) で輝度が最も高い。→詳細な最適化が必要。
焼成雰囲気= $\text{N}_2$	$\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2$ により輝度 1.28 倍に up。Y=1174% (STD=206-01-01)
Top Temp.= 1500℃, 1400℃	Top Temp.低下により輝度低下。Y=710% (1400℃, STD=206-01-01)
Ca/Sr 比=5/5, 0/10	Sr 混晶により、緑発光に寄る。✓ Ca/Sr=0/10 で輝度が 1.49 倍に up。Y=1357% (STD=206-01-01)

◆予定 特性改善・特許出願に向け、下記①～④の試験を行う。

- ①付活剤変更 → Eu 濃度最適化、Ce, Pr, Tb, Mn, Sm 付活など  
 ②組成の変更 → i. Mg, Ca, Sr, Ba      ii. Si, B, Al, Ga, In      iii. Ca/Si/O 比  
 ③雰囲気の最適化 →  $\text{N}_2/\text{NH}_3$  比、 $\text{N}_2/\text{H}_2$  比



# **EXHIBIT C1**

「開発月報 (R 3-1)」について

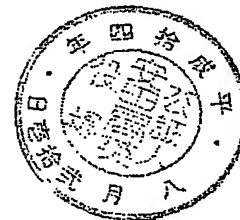
徳島県阿南市上中町岡 491 番地 100

日亜化学工業株式会社

知財部長代行 松 下 一 郎



Yasuda's seal  
↓



確定印付 1360 号



社長	第一部門					知財
部門長	生産本部					
	本部長	副本部長	技師長	開発部長	開発課長	

R3-1 開発月報まとめ 部署 R3-1 氏名 玉置 寛人

テーマ	スケジュール			
	7月	8月	9月	10月
YAG・酸化物系	製造引き継ぎ 輝度 UP、分布改良 新規シケート試作			
ナイトライト系	ピーク波長変更品出荷 新規オキシナイトライト試作	焼成再現試験 オキシナイトライト改良	高輝度化試験 希土類ナイトライト試作	
焼成実験室・キャバ (詳細予定添付) 無機バインダー		1次工事完了 ①～⑤号炉まで 新規バインダー合成		マルチ合成炉稼働
	SiO <sub>2</sub> バインダー硬化改良 実装ライフ試験開始		ライフ結果まとめ	

テーマ	現状要点	コメント
LED 用蛍光体開発	<p>①YAG 製造引き継ぎ・改良、シエナイトライト Red の製造・改良を中心に開発中。</p> <p>②YAG 関係は 1 部門と 2 部門間のサンプルと結果のやり取りが十分出来ておらず 7/18YAG 改良方針について会議を行い、今後必ず月 1 回ペースで会議を実施し方針のすりあわせを行う。(YAG 出荷タイプまとめ添付 3 ページ目)</p> <p>・LED 用 YAG の開発方針としては、輝度が高く、粒径の揃った物を用意し、色調、粒子サイズを選択してもらう方向で進めたい。他の蛍光体でも同じ。</p> <p>・これら蛍光体を 2 部門でラング構造・目的に応じ使い分けられる形態にしたい。</p> <p>③9 月学会発表(米 照明学会 LA 成川さん)を受け、知財で窒化物蛍光体関連の特許出願に力を入れることになった。(知財 東京分室 芥川さん他)</p> <p>④技術保全関係</p> <p>・7 月出願無し。</p> <p>・8 月 3～5 件予定。</p>	
1. ナイトライト・蛍光体 亀島・高島・玉置	<p>①ナイトライト焼成実験室状況・・・(スケジュール表添付 4 ページ目)</p> <p>・1 次工事が 8 月末完了。①～⑤号炉まで運転可能となる。</p> <p>・マルチ炉(常用 1800℃)、管状炉(常用 1600℃)申請、マルチ合成炉は 10 月運転。</p> <p>実験結果</p> <p>①認定用サンプル</p> <p>・新設炉(常用 1600℃)で 610～650nm ピーク波長変更サンプル 5 種出荷、LA1 で認定用白色 LED、電球色 LED 試作。ライフ投入済み。</p> <p>②再現焼成</p> <p>・炉内に飛散物が堆積すると共に、焼成品の輝度が低下してきた。</p> <p>・原因は炉内堆積物による NH<sub>3</sub> 分解もしくは赤外線透過の阻害と考えている。</p> <p>・対策実施中。8 月～9 月は再現性の確保に注力する。</p>	→8/末 技術保全

Present Invention

持ちテーマ	現 状 要 点	コ メ ン ト
	<p>③輝度 UP</p> <p>・輝度 UP 試験は焼成再現性確認の後実施する。進展無し。</p> <p>④ソリオキシナイトライド (Eu 付活 Green~Yellow)</p> <p>・400nm 直接励起で、YAG より効率の良い Yellow と、SAE に近い効率の Green 発光の蛍光体。LA1 で 400nm+CCA+ナイトライド Red+オキシナイトライド Green で白色 LED を試作。400nm+CCA+YAG の約 75% の効率。改善の余地有り。</p> <p>⑤Sr マル供給</p> <p>・Timminco 社 Sr マ 4kg 入手、分析へ。価格は現行の 1/20。</p>	
2. 酸化物系蛍光体 武市・木下・村崎	<p>①白色 LED 製造用レギュラー YAG (木下)</p> <p>・現行 206-01 タイプが 206-23 分級タイプに移行中。在庫不足から製造。</p> <p>・光度 UP 品、色調変更品も中量製造。</p> <p>・全て新タイプであり、SPEC、製法、在庫管理など、今後 1~2 ヶ月で整備する。</p> <p>②YAG 改良 (村崎)</p> <p>・LED 用 YAG として、輝度が高く、粒度分布の良い、6~7 <math>\mu</math>m の物を狙う。</p> <p>・雰囲気、Flux 変更を検討中。NH<sub>4</sub>Cl+BaF<sub>2</sub> 系で分布良、残留 Cl の影響で色調がズレ、輝度低下が起こる。雰囲気、Flux 種、量で対策中。</p> <p>③YAG アニール試験 (玉置)</p> <p>・酸素濃度を変えてアニールを実施。弱還元領域で輝度が高い事を確認。</p> <p>④BMSE (Ba、Mg シリケート Eu 付活、Eu・Mn 付活) (武市)</p> <p>・400nmLED 励起で、現在、最も輝度の高い Green 蛍光体 SAE とエネルギー効率はほぼ同等、Green・Pink 用途として検討。</p> <p>・エチルシリケート反応品を高温焼成 (1250°C) し最高輝度を確認、LA1 に出荷。</p>	→8/末 技術保全
3. 無機バインダー 祖父江・丸田	<p>・バインダー中の残留有機とライフの関係を明らかにする一連の試験を実施中。</p> <p>①無機バインダー硬化試験 (祖父江)</p> <p>・雰囲気、温度、昇温速度、蛍光体の有無、バインダー分子量、加水分解率を試験し残留有機が少なくなる条件を決定した。</p> <p>②ライフ試験 (祖父江・丸田)</p> <p>・残留有機の少なくなる条件でシリウスタイプランプを作製、7/末よりライフ投入。</p> <p>・9 月中旬に 1000hr の結果出る予定。</p> <p>③シリウス実装状態での有機分の直接分析 (祖父江)</p> <p>・EDX、FT-IR で直接分析可能なデータが得られた。但し、絶対値評価に問題がある為、WDX での測定も行う。サンプル間のデータ比較は十分可能。</p> <p>④シリカゾルバインダー合成 (丸田・祖父江)</p> <p>・残留有機が少なく、接着力が強く、硬化割れしない材料の合成試験開始。</p>	→ 8/末 技術保全
4. VFD 用新規 RED 高島・玉置	<p>・Lu<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Eu 蛍光体特許、7/31 出願。</p> <p>・本業務、引き継ぎ・残務完了。</p>	

<Present Invention>

Sinomiya's signature

Yamakawa's signature

Sumitomo's signature

社長	第一部門					知財
	部門長	生産本部				
		本部長	副本部長	技師長	開発部長	
	(6)	(7)		(8)	(9)	

月報

部署: R3-1

氏名: 高島 優

# カルシウムオキシナイトライド焼成試験

## ◆目的

CESN の副産物として、 $\text{CaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\cdot\text{Eu}$  による黄色発光粒子が得られている。この蛍光体を目的物質として作製するとともに別組成のオキシナイトライドを試作し、新規蛍光体としての可能性を探る。

◆実験 PDF file に記載のある下記①～④を作製した。(Top Temp.=1600℃,  $\text{NH}_3$  雰囲気)

- ①  $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$
- ②  $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4$
- ③  $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})_8\text{Si}_2\text{O}_4\text{N}_2$
- ④  $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})_4\text{Si}_4\text{O}_9\text{N}_2$

## ◆結果

①	BodyColor=Yellow。黄色発光蛍光体。EX=400nm で高輝度→ Y=911% (STD=206-01-01)
②	表面粒子: BodyColor=くすんだ Yellow。EX=253.7, 365nm で発光無し。 内部粒子: BodyColor=Red。EX=253.7, 365nm で赤色発光。ガラス化傾向→乳鉢での粉碎不可能。
③	BodyColor=Yellow。253.7, 365nm で若干黄緑発光。Air 中で破裂する。 完全にガラス化 → 液体となって流れ出し、炉心管・PBN ボートにダメージを与える。
④	BodyColor=クリーム色。253.7, 365nm で発光無し。完全にガラス化。

※①は 400nm 励起白色 LED 用蛍光体として実用化の可能性が有るが、②～④はガラス化するため実用化の可能性は低い。

# $\text{CaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\cdot\text{Eu}$ 焼成試験

## ◆目的

400nm 励起白色 LED への導入に向け、 $\text{CaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\cdot\text{Eu}$  の特性 up を目指す。

## ◆実験/結果

標準焼成条件から、下表の条件変更を行った。

標準焼成条件: 組成= $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ , Top Temp.=1600℃, 焼成雰囲気= $\text{NH}_3$   
Y=911% (STD=206-01-01)

条件変更内容	結果
Eu 組成比=0.06, 0.09, 0.12	組成比=0.08 (標準品) で輝度が最も高い。→詳細な最適化が必要。
焼成雰囲気= $\text{N}_2$	$\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2$ により輝度 1.28 倍に up。Y=1174% (STD=206-01-01)
Top Temp.=1500℃, 1400℃	Top Temp.低下により輝度低下。Y=710% (1400℃, STD=206-01-01)
Ca/Sr 比=5/5, 0/10	Sr 混晶により、緑発光に寄る。✓ Ca/Sr=0/10 で輝度が 1.49 倍に up。Y=1357% (STD=206-01-01)

◆予定 特性改善・特許出願に向け、下記①～④の試験を行う。

- ①付活剤変更 → Eu 濃度最適化、Ca, Pr, Tb, Mn, Sm 付活など
- ②組成の変更 → i. Mg, Ca, Sr, Ba      ii. Si, B, Al, Ga, In      iii. Ca/Si/O 比
- ③雰囲気の最適化 →  $\text{N}_2/\text{NH}_3$  比、 $\text{N}_2/\text{H}_2$  比





# **EXHIBIT C2**

02-K-379

Regarding "Development Monthly Report (R3-1)"

491-100, Oka, Kaminaka-Cho, Anan-Shi, Tokushima-ken  
Nichia Corporation  
Deputy of Intellectual Property Department Manager  
Ichiro MATSUSHITA

04FR3-002 (Form Creation Date: 2002.4)

No. 1/2

President	First Division				Intellectual Property
	Division Manager	Production Center			
	General Manager	Deputy General Manager	Engineer Manager	Development Department Manager	Development Department Section manager

## R3-1 Summary of Development Monthly Report

Section: R3-1

Name: Hiroto TAMAKI

Theme	Schedule		
	July	August	September
YAG- , oxide-base phosphors	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production takeover</li> <li>• Improvement of brightness</li> <li>• Improvement of particle size distribution</li> <li>• Experimental production of novel silicates</li> </ul>		
Nitride-base phosphors	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shipment of samples wherein the peak wavelengths are shifted</li> <li>• Experimental production of novel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcination reproducibility test</li> <li>• To improve oxynitride-base phosphors</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tests for increasing brightness</li> <li>• Experimental production of rare earth nitrides</li> </ul>

Calcination laboratory capacity (Details of the schedule to be attached)	oxynitrides	• To complete primary construction Up to ①-⑤ furnaces		Operation of metal furnaces
Inorganic binders	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Improvement in curing of SiO<sub>2</sub> binders</li> <li>• To start lifetime tests</li> </ul>	Synthesis of novel binders	To compile the lifetime test results	
Theme	Points of the current conditions			Comments
Development of phosphors for LEDs	<p>① Takeover of production of YAG-base phosphors and improvement thereof, specifically, we are developing production and improvement of silicon nitride Red.</p> <p>② Concerning the YAG-base phosphor, exchange of the samples and exchange of the results haven't been sufficiently carried out between the first division and the second division. On July 18, a meeting was held, and we discussed the course of improvement of the YAG phosphor. We decided that we would certainly hold a meeting once a month, and would discuss and adjust the course. (The summary of the types of YAG phosphors to be shipped is attached. The third page)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• For the development course of YAG phosphors for LEDs, we will prepare those phosphors which have high brightness and a uniform particle size, and would like them to select the color tone and the particle size. This is the same in other phosphors.</li> <li>• We would like to arrange so that these phosphors can be used in both of the two divisions in accordance with the lamp</li> </ul>			

	<p>structure and objective.</p> <p>③ In response to the presentation at the academic conference (US Illumination Association, I.A. NARIKAWA), the Intellectual Property Department has decided to focus on filing patent application related to nitride-base phosphors. (The Intellectual Property Department Detached Office in Tokyo AKUTAGAWA and others)</p> <p>④ Related to technical maintenance</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In July, no application was filed.</li> <li>• In August, 3-5 applications are going to be filed.</li> </ul>	
<p>1. Nitride-base phosphors KAMESHIMA, TAKASHIMA, TAWAKI</p>	<p>① Conditions of laboratory where calcination of nitrides is carried out... (a schedule table attached, the fourth page)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primary construction will be completed by the end of August.</li> </ul> <p>Furnaces ①-⑤ will become operable.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Applied for metal furnaces (regular use: 1800°C) and tube furnaces (regular use: 1600°C), metal furnaces will be operated in October.</li> </ul> <p>Experiment Results</p> <p>① Samples for certification</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Samples wherein excitation peak wavelengths were shifted to a range of 610-650nm were prepared in the newly equipped furnaces (regular use: 1600°C). Five types of samples were shipped. In IAL, white color LEDs for certification and bulb color LEDs were prepared experimentally. They have already been subjected to lifetime tests.</li> </ul> <p>② Calcination reproducibility</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scattered substances were deposited inside the furnaces, and the brightness of calcined products was reduced.</li> <li>• We consider that the cause therefor was due to NH<sub>3</sub> decomposition or blocking of transmittance of infrared rays due</li> </ul>	<p>→ End of August, technical maintenance</p>

	<p>to deposited substances inside the furnaces.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• We are carrying out countermeasures against that. From August to September, we will try to secure reproducibility.</li> </ul> <p>③ Improvement of brightness</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A brightness improvement test was conducted after confirming the reproducibility of calcination. There was no progress.</li> </ul> <p>④ Silicon oxynitrides (activated by Eu, green ~ yellow)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Upon direct excitation at 400nm, phosphors having better efficiency than that of the YAG phosphor, which emit yellow light, phosphors having luminescence efficiency similar to that of the SAE phosphor, which emit green light. White color LEDs were experimentally produced from 400nm + CCA + nitride Red + oxynitride Green by IAL. Their efficiency was about 75% of that of the 400 nm + CCA + YAG phosphors. There is room for improvement.</li> </ul> <p>⑤ Supply of Sr metal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• We obtained 4kg of Sr metal produced by Timminco Co., and subjected it to analysis. The price was one twentieths of the existing price.</li> </ul>	
<p>2. Oxide-base phosphors TAKEICHI, KINOSHITA, MURASAKI</p>	<p>① Regular YAG phosphors for production of white light LEDs (KINOSHITA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The existing type 206-01 is in the transition to a classification type 206-23. Due to stock shortage, we produced the type 206-23.</li> <li>• Phosphors with improved brightness and phosphors whose color tone was changed were also produced in a medium volume.</li> <li>• All of them are new types, and we will adjust their specs, production processes, and inventory management etc. in 1-2 months.</li> </ul> <p>② Improvement of YAG phosphors (MURASAKI)</p>	<p>→ End of August, technical maintenance</p>

	<p>• As the YAG phosphor for LEDs, those which have high brightness, good particle size distribution and a mean particle diameter of 6-7 <math>\mu\text{m}</math> are aimed.</p> <p>• We are considering changing the atmosphere and the Flux. In an <math>\text{NH}_4\text{Cl} + \text{BaF}_2</math> system, the particle size distribution was good, but the color tone shifted due to the influence of the residual Cl, resulting in reduction of brightness. We are studying the atmosphere, type of flux and amount for taking the countermeasures against that.</p> <p>③ Annealing tests of the YAG phosphor (TAWAKI)</p> <p>• Changing the oxygen concentration, annealing was performed. It was confirmed that the brightness was high in a weakly reduced region.</p> <p>④ FMSE (Ba, Mg silicate activated by Eu, and activated by Eu·Mn) (TAKEICHI)</p> <p>• By excitation of 400 nm LED, phosphors are almost equal in energy efficiency to that of the green SAE phosphor that has the highest brightness. We are considering that they will be applied to green · pink phosphors.</p> <p>• Ethyl silicate reaction products were calcined at high temperature (1250°C), and the highest brightness was confirmed. They were shipped to LAL.</p>	
3. Inorganic binders SOFUE, MARUTA	<p>• Currently conducting a series of experiment for clarifying the relationship between a residual organic substance in a binder and lifetime.</p> <p>① Curing test of inorganic binders (SOFUE)</p> <p>• The atmosphere, temperature, temperature increase rate, presence or absence of a phosphor, binder molecular weight, and hydrolysis ratio were tested, and conditions that reduced the amount of the residual organic substances were determined.</p>	

	<p>② Lifetime tests (SOFUE, MARUTA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirius type lamps were produced under the conditions that reduced the residual organic substances, and they were subjected to lifetime tests from the end of July.</li> <li>• In September, a lifetime of 1000 hr will be achieved.</li> </ul> <p>③ Direct analysis of organic components in a state in which Sirius lamps were equipped (SOFUE)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data enabling direct analysis were obtained by EDX, FT-IR. However, since there were problems in evaluation of absolute values, we will perform measurement also by WDX. It was fully possible to compare data between samples.</li> </ul> <p>④ Synthesis of silica sol binders (MARUTA, SOFUE)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthesis tests of materials containing a small amount of residual organic substances, having a strong adhesion force and not causing cracks due to curing were started.</li> </ul>	<p>→ End of August, technical maintenance</p>
<p>4. Novel RED for VED TAKASHIMA, TANAKI</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• We filed a patent application on Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu phosphor on July 31.</li> <li>• Primary work, takeover · remaining work completed.</li> </ul>	



President	First Division						Intellectual Property
	Division Director	Production Center					
		General Manager	Deputy General Manager	Engineer Manager	Development Department Manager	Development Department Section Manager	

Monthly Report [July 2002]

Division R3-1, Name: Masaru

TAKASHIMA

### Calcination test for calcium oxynitride

Object: As a by-product of CESN, luminescent particles of  $\text{CaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}$ , which emit yellow light are obtained. To produce this phosphor as an objective substance, and experimentally produce oxynitride phosphor having another composition for searching the possibility of its application as a novel phosphor.

Experiment: The following substances ①~④ described in the PDF file were produced. (Top temp.=1600°C,  $\text{NH}_3$  atmosphere)

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ① | $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$   | ② | $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4$ |
| ③ | $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})_3\text{Si}_2\text{O}_4\text{N}_2$ | ④ | $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})_4\text{Si}_4\text{O}_9\text{N}_2$ |

### Results:

①	Body color=yellow, phosphor emitting yellow light, high brightness excited at EX=400nm-Y=911% (STD=206-01-01)
②	Surface particle: body color=dull yellow, no light emission excited at EX=253.7, 365nm Internal particle: body color=red, red light emission excited at EX=253.7, 365nm, tendency of glassification → cannot be crushed in a mortar
③	Body color=yellow, a little yellow-green light emission excited at EX=253.7, 365nm, will rupture in air, completely glassified → liquified, flowing out, and damaging the furnace tube and PEN boat
④	Body color=cream color, no light emission excited at EX=253.7, 365nm, completely glassified

\* ① has the possibility of practical application as the phosphor for 400nm excitation white color LEDs. However, since glassification occurs in ② to ④, the possibility of practical application is low.

### Calcination test for $\text{CaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}$

Object: In preparation for introduction to the 400nm excitation white

color LEDs, to improve properties of  $\text{CaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}$ .

Experiment: Conditions shown in the following table were changed from the normal calcination conditions.

Normal calcination conditions: composition= $(\text{Ca}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ , top temp.=1600°C, calcination atmosphere= $\text{NH}_3$ , Y=911% (STD=206-01-01)

Condition changes	Results
Composition ratio of Eu=0.06, 0.09, 0.12	The highest brightness with the composition ratio=0.03 (normal product). →requiring detailed optimization
Calcination atmosphere= $\text{N}_2$	By $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2$ , the brightness was increased 1.28 times. Y=1174% (ST'D=206-01-01)
Top temp.=1500°C, 1400°C	By decrease of top temperature, the brightness was reduced. Y=710% (1400°C, ST'D=206-01-01)
Ca/Sr ratio=5/5, 0/10	Due to Sr mixed crystal, light emission shifted to green With Ca/Sr=0/10, the brightness was increased 1.49 times. Y=1357% (ST'D=206-01-01)

Schedule: In preparation for improvement of the properties and patent applications, the following ① ~ ④ will be conducted.

- ① Change of activator → optimization of the Eu concentration, activated with Ce, Pr, Tb, Mn, Sm and the like
- ② Change of composition→
  - i. Mg, Ca, Sr, Ba
  - ii. Si, B, Al, Ga, In
  - iii. Ca/Si/O ratio
- ③ Optimization of atmosphere →  $\text{N}_2/\text{NH}_3$  ratio,  $\text{N}_2/\text{H}_2$  ratio

# **EXHIBIT D**

「開発月報（R3-1）」について

徳島県阿南市上中町岡491番地100

日亜化学工業株式会社

知財部長代行 松 下 一 郎



確定日付  
11月25日  
号

社長	第一部門					知財
部門長	生産本部					
	本部長	副本部長	技師長	開発部長	開発課長	
(印)	(印)	(印)	(印)	(印)	(印)	(印)

R3-1 平成 月開発月報まとめ




荒井 部署 R3-1 氏名 玉置 寛人

テーマ	スケジュール			
	7月	8月	9月	10月
YAG・酸化物系	製造引き継ぎ 輝度 UP、分布改良 新規シケート試作	←輝度 UP 品にめど	←改良品中量へ、 STL への サンプルワーク開始	←
ナイトライト系	ピーク波長変更品出荷 新規オキシナイトライト試作	焼成再現にめど オキシナイトライト改良	高輝度化試験 希土類ナイトライト試作	←
焼成実験室・キャバ (詳細予定添付)		1 次工事完了 ①～⑤号炉まで		タル合成炉据付・稼働
無機バインダー	SiO <sub>2</sub> バインダー硬化改良 実装ライフ試験開始	←	←	←

テーマ	現状要点	コメント
LED 用蛍光体開発	①YAG コア改良品(球状、平均粒径 7～8μm、輝度 206-01 比 125～135%)。	←ほぼ理想に近い
	7/27、LA1 にサンプル出荷。 ← 村崎月報参照	
	・LED の輝度 UP、歩留まり向上のため、コア改良品の ST へのサンプルワークを 9 月に実施する。( 206-23 分級法改良品のサンプルワークも行う予定)	←定例 Mtg 9/M 予定
	②先月、窒化物系 RED 蛍光体の焼成再現に問題があった。	
	炉心管状態、雰囲気制御で再現の見通しはついた。	
	③紫外 LED 用、GREEN～YELLOW 蛍光体として、Ba-Mg シケート系と、 Ca-Sr シリコンオキシナイトライト系試験中。 400nm 励起下で最も輝度の高い蛍光体 SAE 比、80～90%達成できた。改良を継続する。	
	・TG-WhiteLED 中に使用されている蛍光体が、これら Si 系蛍光体と類似組成 である。周辺組成の調査・合成開始。	←YAG では無い
	④無機バインダーを用いたシリウスライフ試験で、蛍光体の種類によりライフ特性が、 大きく異なる結果となった。種々蛍光体ライフ試験を早急に行うためライフユニット をバインダー試験室内に増設中。( 有機との相関性は継続検討)	
	⑤技術保全 ・知財部が窒化物、蛍光体-LED 権利化を強化する方針。約 15 件の出願準備。	
	1. ナイトライト 蛍光体 亀島・高島・玉置	
	①ナイトライト焼成実験室状況…(スケジュール表添付 3 ページ目)	
	・1 次工事ほぼ完了。①～④号炉運転可能。⑤号炉は 9/10 から運転可能。	
	・その他の設備も計画通り進行中。	
	②再現試験 (亀島)	
	・焼成雰囲気、NH <sub>3</sub> 、N <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> 、NH <sub>3</sub> /N <sub>2</sub> 混合ガスで試験。NH <sub>3</sub> 流量増加で、 特性向上。炉内堆積物、炉心管劣化で NH <sub>3</sub> 分解が進んでいると予測する。	
	N <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> でも 70～80%輝度は達成されたが、100%同等品は出来なかった。	
	今後は、雰囲気制御と炉心管状態の維持管理を工夫する。	

持ちテーマ	現 状 要 点	コ メ ン ト
	③輝度 UP ・炉が安定 9 月より実施可。マル炉購入メーカーでの 1800℃焼成試験計画中。	
	④シリコンオキシナイトライド (Eu 付活 GREEN~YELLOW) (高島)	←技術保全 9/B 予定
	・Sr/Si 組成、Eu 最適化、Mg、Ca、Sr、Ba 混晶、B 添加などの条件を試験。	
	・1)400nm+CCA+YAG、2)400nm+CCA+シリコンオキシナイトライド+ナイトライド RED	
	3)400nm+CCA+SAE+ナイトライド RED の白色 LED 作成。	
	それぞれ、100%、90%、95%の輝度比でほぼ同等。検討の価値あり継続。	
	⑤Sr マル供給 ( T 社製品試験、価格が堺化学の 1/20)	
	・Al、Mg 多いが、Fe、Ba は堺より少ない。精製なしで実用試験を実施中。	
	⑥化審法少量新規化合物届け出書類完成	←9/6 届け出予定
2. 酸化物系蛍光体 武市・木下・村崎	①白色 LED 製造用レギュラー YAG (木下)	
	206-23.....01 からのタイプ変更中。7~8 月で 70kg、10 月 40kg 出荷予定。	206 年内 使用推定量 10
	現行法での収率悪く、9 月に分級法改良品を試作予定。	←コア改良品との
	206-22.....光度 UP 品再現。30kg 試作中。	優先順は ST と相
	②YAG のコア改良 (村崎)	
	・LED 用として、球状、輝度が高く、粒度分布の良い、6~7μm の物を目指す。	← 基本的構想
	・NH <sub>4</sub> Cl+BaF <sub>2</sub> 系 Flux、雰囲気最適化でほぼ理想に近いものが得られた。	
	Gd 入り品、Ga 入り品とも LA1 で評価中。	
	・レギュラー品と色調同等品は、導入を目指して ST ヘサンプル出荷予定。	
	③BMSE (Ba、Mg シリケート Eu 付活、Eu・Mn 付活) (武市)	←9/B 技術保全予定
3. 無機バインダー 祖父江・丸田	・400nmLED 励起で、現在、最も輝度の高い Green 蛍光体 SAE とエネルギー効率	
	はほぼ同等、Green・Pink 用途として検討。LA1 でランプ試作中。	
	・Ca、Sr 添加品を含め周辺組成の焼成検討中。	
	④朝日ラバー向け蛍光体、現状日垂品は使用されておらず導入目指す。	←TKY で 8/30 Mtg
	・バインダー中の残留有機とライフの関係を明らかにする一連の試験を実施中。	
	①シリウスライフ試験 (祖父江・丸田)	
	・先月、硬化条件を決定し、400nm の 1mm チップと YAG を用いてシリウスのライフ	
	試験を開始した。しかし、有機量に関係なく 100hr でチップ表面が黒化し、	
	輝度が 30~50%に低下。	
	・急きょ比較のため、SAE を用い同条件で、ランプ試作、ライフ試験を実施。	
	SAE との組み合わせでは、100hr 後輝度維持率が 99%以上であった。	
	・蛍光体に劣化 促進要因が含まれていると判断し、SQ、NQ に解析依頼。	
	特に YAG に含まれる残留 Flux に注目している。	
	・今後、1) 黒化原因解明	
	2) 種々蛍光体ライフ投入	
	②残留有機低減試験、有機定量試験 (丸田・祖父江)	
	・加熱方法変更や、光と熱の組み合わせによる残留有機低減方法を検討中。	
	・EPMA 評価を検討中。	
	③新規バインダー (新規ゾル、透明セメントを調査中)	

社長	第一部門					知財
	部門長	生産本部				
		本部長	副本部長	技師長	開発部長	
						

月報

部署： R3-

氏名： 高島 優

# オキシナイトライド系 Phos. 焼成試験

◆目的 黄色発光蛍光体である  $\text{MSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\cdot\text{Eu}$  ( $\text{M}=\text{Ca}, \text{Sr}$ ) の白色 LED への導入および特許権利化を目指す。焼成条件の最適化・特性確認を行う。

◆実験 これまでに最高輝度の得られた焼成条件にて、Eu 濃度・Sr/Ca 比の最適化を行った。  
[焼成条件； 組成= $\text{M}_{(1-x)}\text{Eu}_x\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$  ( $\text{M}=\text{Sr}/\text{Ca}$ ), Top 温度= $1600^\circ\text{C}$ , 焼成雰囲気= $\text{N}_2$ ]

## ◆結果

### ①Eu 濃度変更 [ $\text{Sr}_{(1-x)}\text{Eu}_x\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ ]

- ・励起光の波長により、最適 Eu 濃度が異なる。(Fig.1, 2)
- ・Eu 濃度の増加に伴いピーク波長が red shift し、色度も赤側に寄る。(EX=400nm, 460nm 同じ傾向)

### ②Sr/Ca 比変更 [ $\text{Sr}_x\text{Ca}_{(0.97-x)}\text{Eu}_{0.03}\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ ]

- ・Sr/Ca 比の増加により発光効率が向上し、Sr/Ca=7/10 で最大となった。(EX=400nm, 460nm 同じ傾向)
- ・Sr/Ca 比の増加に伴いピーク波長が blue shift し、色度が緑側に寄る。(EX=400nm, 460nm 同じ傾向)

	Y (%)	-E (%)	Q (%)	x	y	$\lambda_p$
400nm (ST'D=230-01-01)	101.1	86.4	90.4	0.372	0.593	544nm
460nm (ST'D=206-01-01)	92.5	75.9	72.4	0.400	0.578	550nm

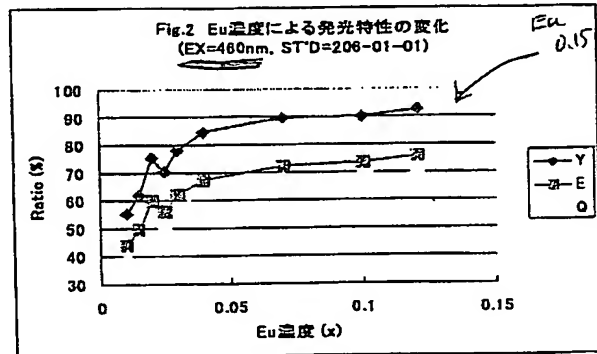
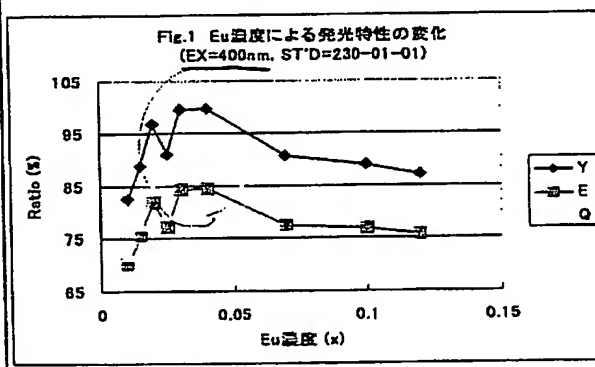
Table.1 最高輝度 Sample の発光特性

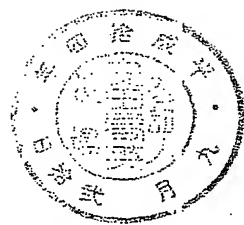
## ◆コメント

Eu 濃度を増加する事で EX=460nm での発光効率が大幅に向上し、白色 LED (EX=400, 460nm) への導入を狙えるレベルに達した。また YAG+無機バインダーの組み合わせにより LED の Life 特性が低下するとの報告(R3-1 祖父江氏)があり、この点からもオキシナイトライド系 Phos. のメリットがある。さらに TG 白色 LED の分析結果(SQ3 榊氏)より、TG が黄色発光 Phos. としてオキシナイトライドを使用している可能性がある。以上の観点より、本 Phos. の特性向上、特許権利化を目指す。

## ◆予定

- ①Sr, Ca 以外のアルカリ土類金属を導入する。
- ②Si サイトへ B, Al のドーピングを行う。







# **EXHIBIT D1**

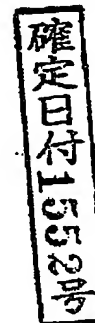
「開発月報（R3-1）」について

Yasuda's seal

徳島県阿南市上中町岡491番地100

日亜化学工業株式会社

知財部長代行 松 下 一 郎



Ogawa's signature

Sinomiya's

Yamakawa's

04FR3-002 (様式作成日: )

No. 1/2

社長	第一部門					知財
部門長	生産本部					
	本部長	副本部長	技師長	開発部長	開発課長	
(印)	(印)	(印)	(印)	(印)	(印)	

R3-1 平成

開発月報まとめ

荒井 部署 R3-1 氏名 玉置 寛人

テーマ	スケジュール			
	7月	8月	9月	10月
YAG・酸化物系	製造引き継ぎ 輝度 UP、分布改良 新規シリケート試作	←輝度 UP 品にめど	←改良品中量へ、 STL への サンプルワーク開始	←
ナイトライト系	ピーク波長変更品出荷 新規オキシナイトライト試作	焼成再現にめど オキシナイトライト改良	高輝度化試験 希土類ナイトライト試作	←
焼成実験室・キャバ (詳細予定添付)		1 次工事完了 ①～⑤号炉まで		メタル合成炉据付・稼働
無機バインダー	SiO2 バインダー硬化改良 実装ライフ試験開始	←	←	←
テーマ	現状要点			コメント
LED 用蛍光体開発	①YAG コア改良品(球状、平均粒径 7～8μm、輝度 206-01 比 125～135%)。			←ほぼ理想に近い
	7/27、LA1 にサンプル出荷。 ← 村崎月報参照			
	・LED の輝度 UP、歩留まり向上のため、コア改良品の ST へのサンプルワークを 9 月			←定例 Mtg 9/M 予定
	に実施する。( 206-23 分級法改良品のサンプルワークも行う予定)			
	②先月、窒化物系 RED 蛍光体の焼成再現に問題があった。			
	炉心管状態、雰囲気制御で再現の見通しはついた。			
	③紫外 LED 用、GREEN～YELLOW 蛍光体として、Ba-Mg シリケート系と、			
	Ca-Sr シエオキシナイトライト系試験中。 400nm 励起下で最も輝度の高い蛍光体			
	SAE 比、80～90%達成できた。改良を継続する。			
	・TG-WhiteLED 中に使用されている蛍光体が、これら Si 系蛍光体と類似組成			←YAG では無い
1. ナイトライト蛍光体 亀島・高島・玉置	である。周辺組成の調査・合成開始。			
	④無機バインダーを用いたシリウスライフ試験で、蛍光体の種類によりライフ特性が、			
	大きく異なる結果となった。種々蛍光体ライフ試験を早急に行うためライフユニット			
	をバインダー試験室内に増設中。( 有機との相関性は継続検討)			
	⑤技術保全			
	・知財部が窒化物、蛍光体-LED 権利化を強化する方針。約 15 件の出願準備。			
	①ナイトライト焼成実験室状況・・・(スケジュール表添付 3 ページ目)			
	・1 次工事ほぼ完了。①～④号炉運転可能。⑤号炉は 9/10 から運転可能。			
	・その他の設備も計画通り進行中。			
	②再現試験 (亀島)			
Present Invention	・焼成雰囲気、NH3、N2、H2/N2、NH3/N2 混合ガスで試験。NH3 流量増加で、			
	特性向上。炉内堆積物、炉心管劣化で NH3 分解が進んでいると予測する。			
	N2、H2/N2 でも 70～80%輝度は達成されたが、100%同等品は出来なかった。			
	今後は、雰囲気制御と炉心管状態の維持管理を工夫する。			

持ちテーマ	現 状 要 点	コ メ ン ト
	③輝度 UP ・炉が安定 9 月より実施可。タル炉購入メーカーでの 1800°C 焼成試験計画中。	
	④シリコンオキシナイトライド (Eu 付活 GREEN~YELLOW) (高島)	←技術保全 9/B 予
	・Sr/Si 組成、Eu 最適化、Mg、Ca、Sr、Ba 混晶、B 添加などの条件を試験。	
	・1)400nm+CCA+YAG、2)400nm+CCA+シリコンオキシナイトライド+ナイトライド RED	
	3)400nm+CCA+SAE+ナイトライド RED の白色 LED 作成。	
	それぞれ、100%、90%、95%の輝度比でほぼ同等。検討の価値あり継続。	
	⑤Sr タル供給 ( T 社製品試験、価格が堺化学の 1/20)	
	・Al、Mg 多いが、Fe、Ba は堺より少ない。精製なしで実用試験を実施中。	
	⑥化審法少量新規化合物届け出書類完成	←9/6 届け出予定
	①白色 LED 製造用レギュラー YAG (木下)	
2. 酸化物系蛍光体 武市・木下・村崎	206-23.....01 からのタイプ変更中。7~8 月で 70kg、10 月 40kg 出荷予定。	2 桁内 使用確定量 10
	現行法での収率悪く、9 月に分級法改良品を試作予定。	←コア改良品との
	206-22.....光度 UP 品再現。30kg 試作中。	優先順は ST と相
	②YAG のコア改良 (村崎)	
	・LED 用として、球状、輝度が高く、粒度分布の良い、6~7 $\mu$ m の物を目指す。	← 基本的構想
	・NH <sub>4</sub> Cl+BaF <sub>2</sub> 系 Flux、雰囲気最適化でほぼ理想に近いものが得られた。	
	Gd 入り品、Ga 入り品とも LA1 で評価中。	
	・レギュラー品と色調同等品は、導入を目指して ST へサンプル出荷予定。	
	③BMSE (Ba、Mg シリケート Eu 付活、Eu・Mn 付活) (武市)	←9/B 技術保全予
	・400nmLED 励起で、現在、最も輝度の高い Green 蛍光体 SAE とエネルギー効率	
3. 無機バインダー 祖父江・丸田	はほぼ同等、Green・Pink 用途として検討。LA1 でランプ試作中。	
	・Ca、Sr 添加品を含め周辺組成の焼成検討中。	
	④朝日ラー向け蛍光体、現状日亜品は使用されておらず導入目指す。	←TKY で 8/30 Mtg
	・バインダー中の残留有機とライフの関係性を明らかにする一連の試験を実施中。	
	①シリウスライフ試験 (祖父江・丸田)	
	・先月、硬化条件を決定し、400nm の 1mm チップと YAG を用いてシリウスのライフ	
	試験を開始した。しかし、有機量に関係なく 100hr でチップ表面が黒化し、	
	輝度が 30~50%に低下。	
	・急ぎよ比較のため、SAE を用い同条件で、ランプ試作、ライフ試験を実施。	
	SAE との組み合わせでは、100hr 後輝度維持率が 99%以上であった。	
	・蛍光体に劣化 促進要因が含まれていると判断し、SQ、NQ に解析依頼。	
	特に YAG に含まれる残留 Flux に注目している。	
	・今後、1) 黒化原因説明	
	2) 種々蛍光体ライフ投入	
	②残留有機低減試験、有機定量試験 (丸田・祖父江)	
	・加熱方法変更や、光と熱の組み合わせによる残留有機低減方法を検討中。	
	・EPMA 評価を検討中。	
	③新規バインダー (新規ゾル、透明セメントを調査中)	

Yamakawa's signature

社長	第一部門					知財
	部門長	生産本部				
		本部長	副本部長	技師長	開発部長	

月報

部署: R3-

氏名: 高島 優

オキシナイトライド系 Phos. 焼成試験

- ◆目的 黄色発光蛍光体である  $\text{MSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\text{:Eu}$  ( $\text{M}=\text{Ca}, \text{Sr}$ ) の白色 LED への導入および特許権利化を目指し、焼成条件の最適化・特性確認を行う。
- ◆実験 これまでに最高輝度の得られた焼成条件にて、Eu 濃度・Sr/Ca 比の最適化を行った。  
(焼成条件; 組成= $\text{M}_{1-x}\text{Eu}_x\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$  ( $\text{M}=\text{Sr}/\text{Ca}$ ), Top 温度= $1600^\circ\text{C}$ , 焼成雰囲気= $\text{N}_2$ )

◆結果

①Eu 濃度変更 [ $\text{Sr}_{1-x}\text{Eu}_x\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ ]

- ・励起光の波長により、最適 Eu 濃度が異なる。(Fig.1, 2)
- ・Eu 濃度の増加に伴いピーク波長が red shift し、色度も赤側に寄る。(EX=400nm, 460nm 同じ傾向)

②Sr/Ca 比変更 [ $\text{Sr}_x\text{Ca}_{(0.97-x)}\text{Eu}_{0.03}\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ ]

- ・Sr/Ca 比の増加により発光効率が向上し、Sr/Ca=7/10 で最大となった。(EX=400nm, 460nm 同じ傾向)
- ・Sr/Ca 比の増加に伴いピーク波長が blue shift し、色度が緑側に寄る。(EX=400nm, 460nm 同じ傾向)

	Y (%)	E (%)	Q (%)	x	y	$\lambda_p$
400nm (STD=230-01-01)	101.1	86.4	90.4	0.372	0.593	544nm
460nm (STD=206-01-01)	92.5	75.9	72.4	0.400	0.578	550nm

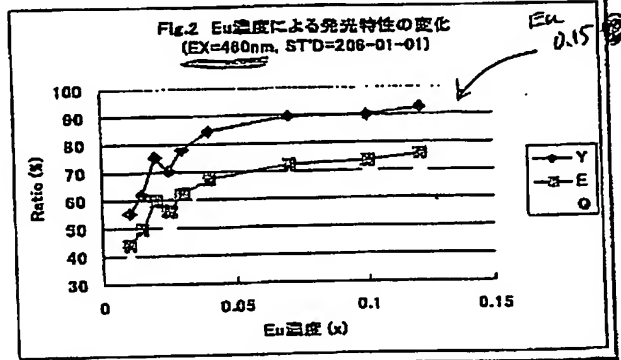
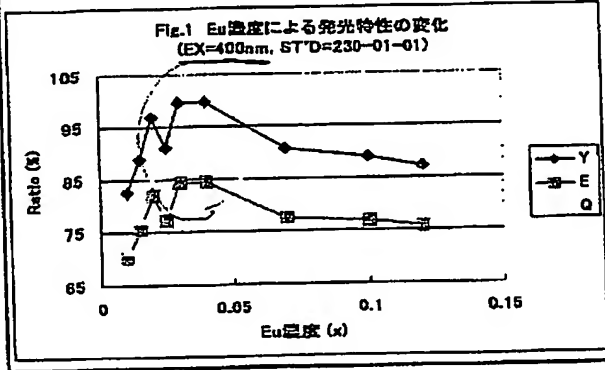
Table.1 最高輝度 Sample の発光特性

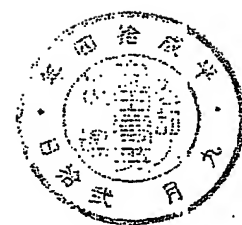
◆コメント

Eu 濃度を増加する事で EX=460nm での発光効率が大幅に向上し、白色 LED (EX=400, 460nm) への導入を狙えるレベルに達した。また YAG+無機バインダーの組み合わせにより LED の Life 特性が低下するとの報告(R3-1 祖父江氏)があり、この点からもオキシナイトライド系 Phos. のメリットがある。さらに TG 白色 LED の分析結果(SQ3 榊氏)より、TG が黄色発光 Phos. としてオキシナイトライドを使用している可能性がある。以上の観点より、本 Phos. の特性向上、特許権利化を目指す。

◆予定

- ①Sr, Ca 以外のアルカリ土類金属を導入する。
- ②Si サイトへ B, Al のドーピングを行う。





# **EXHIBIT D2**

Regarding "Development Monthly Report (R3-1)"

491-100, Oka, Kaminaka-Cho, Anan-Shi, Tokushima-ken  
Nichia Corporation  
Deputy of Intellectual Property Department Manager  
Ichiro MATSUSHITA



04FR3-002 (Form Creation Date:

No. 1/2

President	First Division					Intellectual Property
	Division Director	Production Center			Development Department Section Manager	
		General Manager	Deputy General Manager	Engineer Manager		

## R3-1 Summary of

## Development Monthly Report

Section: R3-1

Name: Hiroto TAMAKI

Theme	Schedule			
	July	August	September	October
YAG- and oxide-base phosphors	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production takeover</li> <li>• Improvement of brightness</li> <li>• Improvement of particle size distribution</li> <li>• Experimental production of novel silicates</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To complete samples with improved brightness</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To a medium volume production of samples with improved brightness</li> <li>To start sampling work to STL</li> </ul>	←
Nitride-base phosphors	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shipment of samples wherein the peak wavelengths are shifted</li> <li>• Experimental production of novel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To complete calcination reproducibility</li> <li>• To improve oxinitride-base phosphors</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tests for increasing brightness</li> <li>• Experimental production of rare earth nitride-type</li> </ul>	←

	oxinitrides	To complete primary construction Up to ①-⑤ furnaces	phosphors	Installation and operation of metal furnaces
Calcination laboratory capacity (Details of the schedule to be attached)				
Inorganic binders	• Improvement in curing of SiO <sub>2</sub> binders • To start lifetime tests	←	←	←
Theme	Points of the current conditions			
Development of phosphors for LEDs	<p>① YAG samples with improved cores (spherical, mean particle diameter 7-8 μm, brightness 125-135% compared with that of 206-01 sample) Samples were shipped to LA1 on July 27. ←Refer to Murasaki Monthly Report.</p> <p>• Sampling work of samples with improved cores to ST will be conducted in order to improve brightness and yield of LEDs in September. (Sampling work of 206-23 sample obtained by the improved classification method will also be conducted.)</p> <p>② Last month, there was a problem in calcination reproducibility of a nitride-base RED phosphor. Prospects for reproduction have become brighter by control of the state of the furnace tube and the atmosphere control.</p> <p>③ As GREEN-YELLOW phosphors for ultraviolet LEDs, currently conducting tests of Ba-Mg silicate- and Ca-Sr silicon oxynitride-base phosphors. Achieved 80-90% of the SAE phosphor having the highest brightness under excitation at 400nm. Will continue improvement.</p>			
	Comments			
	← nearly ideal			

	<p>• The phosphor used in TG-White color LEDs has the composition similar to the composition of these Si-base phosphors. Started research and synthesis of peripheral compositions.</p> <p>④ In the Sirius life tests using an inorganic binder, lifetime characteristics greatly differed depending on the type of phosphor. In order to conduct lifetime tests of various phosphors immediately, currently installing more life units in the binder test room. (Will continue to study correlation with organic binders.)</p> <p>⑤ Technical maintenance</p> <p>• The Intellectual Department will focus on granting of patent rights related to nitride phosphor LEDs. Currently preparing about 15 patent applications.</p>	← not YAG
<p>1. Nitride-base phosphors KAMEJIMA, TAKASHIMA, TANAKI</p>	<p>① Conditions of laboratory where calcination of nitrides is carried out... (a schedule table attached, the third page)</p> <p>• Primary construction almost completed. Furnaces ①-④ are operable. Furnace ⑤ will be operable from September 10.</p> <p>• Other facilities are in progress as planned.</p> <p>② Reproducibility test (KAMEJIMA)</p> <p>• A test was conducted in a calcination atmosphere that is a mixed gas consisting of <math>\text{NH}_3</math>, <math>\text{N}_2</math>, <math>\text{H}_2/\text{N}_2</math>, <math>\text{NH}_3/\text{N}_2</math>. The properties were improved by an increase of the <math>\text{NH}_3</math> flow rate. It is predicted that decomposition of <math>\text{NH}_3</math> is advanced due to the deposition inside the furnaces and deterioration of the furnace tubes. Even in an atmosphere consisting of <math>\text{N}_2</math> and <math>\text{H}_2/\text{N}_2</math>, 70-80% of the brightness was achieved. However, a 100% equivalent sample was not produced.</p> <p>From now on, we will contrive control of the atmosphere and maintenance of the condition of the furnace tubes.</p>	

<p>2. Oxide-base phosphors TAKEICHI, KINOSHITA, MURASAKI</p>	<p>③ Brightness UP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The furnaces have become stable, and will be operable from September. Planning to carry out calcination tests at 1800°C at the manufacturer of the furnaces, from which we purchased.</li> <li>④ Silicon oxynitrides (activated by Eu, GREEN-YELLOW) (TAKASHIMA)             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conditions including the Sr/Si composition, Eu optimization, molar ratio of Mg, Ca, Sr, Ba, and doping of B were tested.</li> <li>• White color LEDs as follows were produced: 1) 400 nm + CCA + YAG, 2) 400 nm + CCA + silicon oxynitride + nitride RED, 3) 400 nm + CCA + SAE + nitride Red. In the brightness ratios of 100%, 90%, they were almost equal to one another. It was worth studying and so we will continue studying.</li> <li>⑤ Sr metal was supplied (a product manufactured by T Corporation was used for tests, its price was one twentieths of that of SAKAI KAGAKU).</li> <li>• The contents of Al, Mg are larger than those of SAKAI KAGAKU, but the contents of Fe, Ba are smaller than those of SAKAI KAGAKU. Practical tests are being conducted without purification.</li> <li>⑥ A document for reporting a small amount of novel compounds in accordance with the law concerning examination of chemicals and regulation of production etc. of chemicals was completed.</li> </ul> </li> <li>① Regular YAG-base phosphor for white color LEDs (KINOSHITA) 206-23...The type is being changed from 01. 70 kg of samples were shipped in July and August. 40 kg of samples will be shipped in October. The yield under the current method is poor, and samples where the classification method was improved will be produced experimentally.</li> <li>206-22...Reproduction of samples with improved brightness. 30</li> </ul>	<p>Technical maintenance scheduled on September B?</p> <p>to be submitted on September 6</p>
		<p>the estimated amount used by the two divisions concerning if this product has priority over the core improved</p>

	<p>kg of samples are being produced experimentally.</p> <p>② Improvement of YAG cores (MURASAKI)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>For LEDs, those which have a spherical shape, <u>high brightness, good particle size distribution and a mean diameter of 6-7 <math>\mu</math>m</u> are aimed.</li> <li>By using the <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math> + <math>\text{BaF}_2</math> based flux, and optimizing the atmosphere, those which had almost ideal properties were obtained.</li> </ul> <p>Both samples containing Gd and samples containing Ga are being evaluated in IAL.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Those having color tone equal to that of regular products will be shipped to ST, aiming the introduction of them.</li> </ul> <p>③ EMSE (Ba, Mg silicate activated by Eu, or activated by Eu·Mn) (TAKEICHI)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The phosphor was excited at 400nm, it was almost equal in energy efficiency to the Green phosphor SAE, which currently had the highest brightness. We are studying if the phosphor can be used for the Green·Pink application. We are making lamps experimentally at IAL.</li> <li>Calcination of peripheral compositions including Ca<sup>-</sup>, Sr-doped samples is under study.</li> </ul> <p>④ Among phosphors for ASAHI RUBBER INC., no current NICHIA products are used, aiming to introduce the products to them.</p>	<p>product, will consult with ST basic concept</p> <p>Technical maintenance scheduled on September B?</p> <p>a meeting at TKY, on August 30,</p>
<p>3. Inorganic binders SOFUE, MARUTA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Currently conducting a series of experiment for clarifying the relationship between a residual organic substance in a binder and a lifetime.</li> </ul> <p>① Sirius lifetime test (SOFUE, MARUTA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Last month, curing conditions were determined. Using 1-mm chips excited at 400 nm and the YAG phosphor, the lifetime test was conducted by the Sirius. However, the chip surfaces were</li> </ul>	

	<p>darkened 100 hours after, regardless of the amount of the organic substance. Brightness was reduced to 30-50 %.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• For comparison, using the SAE phosphor, lamps were experimentally produced under the same conditions on very short notice, and the lifetime test was conducted. With a combination with the SAE phosphor, the brightness maintenance ratio after 100hr was 99% or more.</li><li>• Judging that a deterioration acceleration factor is contained in the phosphor, we asked SQ, NQ for analysis. In particular, we are focusing on the residual flux contained in the YAG phosphor.</li><li>• From now, we will 1) elucidate the cause of darkening, and 2) subject various phosphors to lifetime tests.</li></ul> <p>② Test for reducing the amount of residual organic chemical substances, quantitative test for an organic chemical substance (MARUTA·SOFUE)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• A method for reducing the amount of residual organic substances by means of changing the heating method or a combination of light and heat is under studying.</li><li>• EPMA evaluation is under studying.</li></ul> <p>③ Novel binders (novel sols, transparent cements are under investigation.)</p>	
--	--	--

President	First Division						Intel- lectual Property
	Division Director	Production Center					
		General Manager	Deputy General Manager	Engineer Manager	Development Department Manager	Development Department Section Manager	

Monthly Report

Position R3-1, Name: Masaru TAKASHIMA

Calcination test for oxynitride-base phosphors

Object: To optimize calcination conditions and to confirm the properties, aiming introduction of  $\text{MSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\text{:Eu}$  ( $\text{M}=\text{Ca}, \text{Sr}$ ) that is a phosphor emitting yellow light to a white color LED, and granting of patent rights.

Experiment: Under the calcination conditions wherein the highest brightness was obtained so far, optimization of the Eu concentration and the Sr/Ca ratio was performed.

[calcination conditions; composition =  $\text{M}_{(1-x)}\text{Eu}_x\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$  ( $\text{M}=\text{Sr/Ca}$ ), top temperature=1600°C, calcination atmosphere= $\text{N}_2$ ]

Results:

① Change of Eu concentration [ $\text{Sr}_{(1-x)}\text{Eu}_x\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ ]

- The optimal Eu concentration differed depending on the wavelength of the excitation light. (Figs. 1, 2)
- The peak wavelength was shifted to the red side, accompanied by an increase of the Eu concentration, and the chromaticity was also shifted to the red side. (The same tendency at EX=400 nm, 460 nm.)

② Change of Sr/Ca ratio [ $\text{Sr}_x\text{Ca}_{(0.97-x)}\text{Eu}_{0.03}\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ ]

- The luminescence efficiency was improved by an increase of the Sr/Ca ratio, and Sr/Ca = 7/10 exhibited the highest luminescence efficiency. (The same tendency at EX=400 nm, 460 nm.)
- The peak wavelength was shifted to the blue side, accompanied by an increase of the Sr/Ca ratio, and the chromaticity was shifted to the green side. (The same tendency at EX=400 nm, 460 nm.)

	Y(%)	E(%)	Q(%)	x	y	$\lambda_p$
400nm (ST'D=230-01-01)	101.1	86.4	90.4	0.372	0.593	544nm
460nm (ST'D=206-01-01)	92.5	75.9	72.4	0.400	0.578	550nm

Table 1 luminescent properties of samples with highest luminescence

Comments:

The increase of the Eu concentration greatly improved the luminescent efficiency when excited at EX=460 nm, reaching a level from which it is possible to target the introduction to the white color LED (EX=400, 460 nm). Further, there was a report (from R3-1 SOFUE) that the lifetime characteristics of the LED were deteriorated by the combination of the YAG-base phosphor + the inorganic binder. This also proves the advantage of the oxynitride-base phosphor. Further, the analysis results of the TG white color LED (SQ3 SAKAKI) suggests the possibility that TG use oxynitride as the phosphor emitting yellow light. From the above viewpoint, we aim to improve the properties of the present phosphor, and obtain patent rights.

Schedule:

- ① Alkaline earth metals other than Sr, Ca are introduced.
- ② B, Al are doped into the Si site.



Fig. 1 Changes in luminescent properties depending on Eu concentration

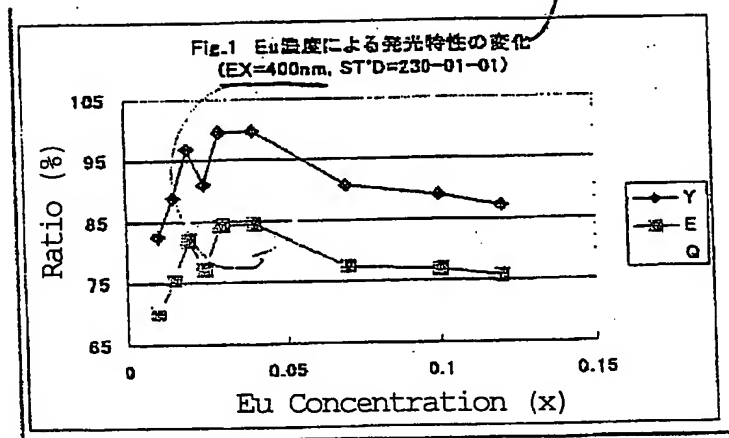


Fig. 2 Changes in luminescent properties depending on Eu concentration

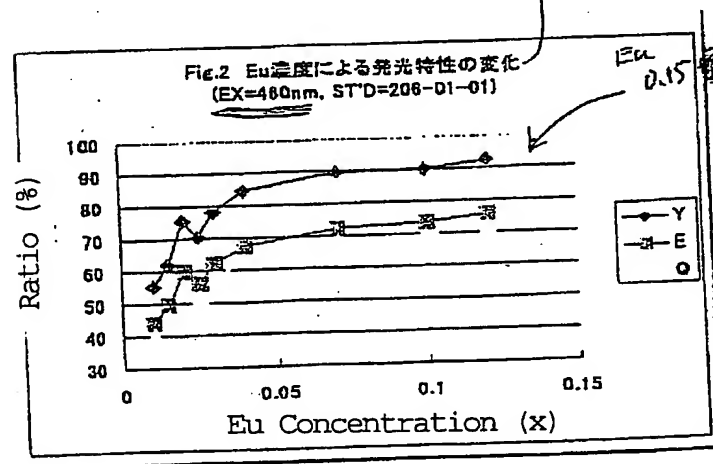


Fig. 1 Changes in luminescent properties depending on Eu concentration  
Ratio (%)  
Eu Concentration (x)

Fig. 2 Changes in luminescent properties depending on Eu concentration  
Ratio (%)  
Eu Concentration (x)

# **EXHIBIT E**



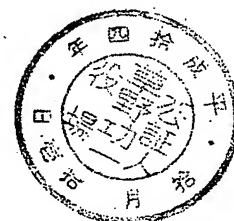
02-K-509

「開発月報 (R 3 - 1)」について



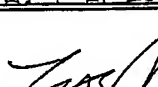
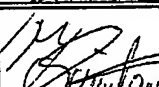



徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0

日亜化学工業株式会社

知財部長代行 松 下 一



確定日付  
1951  
号

社長	第一部門					知財
	部門長	生産本部				
		本部長	副本部長	技師長	開発部長	
						

R3-1

## 月開発月報まとめ

部署 R3-1 氏名 玉置 寛人

テーマ	スケジュール			
	8 月	9 月	10 月	11 月
YAG・酸化物系	輝度・粒度改良にめど	輝度、粒度分布改良品 LA1、ST にサンプル出荷	←結果を確認しながら 改良を継続	←
ナイトライト系	炉の状態安定 製造にめど	ナイトライト再現サンプル出荷 シリコンオキシナイトライト改良	←結果を確認し改良  電球色 LED の製造試験	←
焼成実験室・キャバ (詳細予定添付)	1 次工事完了 ①～⑤号炉まで	設備立ち上げ —	←継続 追加炉の設置準備	タル合成炉据付他
無機バインダー	シリウス評価の準備 バインダー硬化条件検討	シリウス(高負荷)評価開始 蛍光体、バインダー劣化の 機構解明と対策	←継続 蛍光体・バインダー改良 品試作し評価	←
テーマ	現 状 要 点			コ メ ン ト
LED 用蛍光体開発 状況	・北米学会での日亜電球色 LED 発表を受けて、製品化の課題を抽出する為に			
	電球色 LED 製造試験を LA 主導で行うこととなった。まず、5φランプ で 10 月			
	試作ライン、年末までに SL 製造ラインでの試験を行い製造バツキなど確認予定。			
	(その他、高出力タイプ、ジューターでの試験も行う)			
	・第1部門と第2部門の蛍光体サンプル窓口が、LA1-R3-1 に 1 本化された。			
	これに伴い、ST に出荷するサンプルも 1 度は LA1 を通す事にする。			
	・STC のデッソー向けシリキー G の社内打合せに出席した。車載用照明ではトヨタが			
	世界で最も進んでいると考えられ、トヨタへの採用は重要である。朝日ラーを			
	含め LED 製造各社トヨタ戦略色 LED の採用に向けて開発を進めている。			
	(村崎君が試作中の朝日ラー向け高輝度 YAG もこの用途をにらんだもの)			
	会で、STC の蛍光体選択に関して疑問点があり、サンプル 3 種を提案した。			
	・今後、蛍光体を用いた新規 LED 仕様検討には必ず出席し、的確に情報提供			← LA1 に依頼済み
	交換することで開発速度を上げられると考える。			
	・また、各課員の技術向上のため、蛍光体-LED の相互勉強会を企画する。			← LA1 に依頼済み
	・YAG、ナイトライト RED とともに改良、安定製造条件出しが進みつつある。今月から			
	実使用(今後、ライン試験も含む)での効果を確認する段階に入った。			
⑤ 大量新規化学 物質の製造 許可はおりない。	・シリウス評価設備が R3-1 バインダー室に完備され、高負荷時(電流、熱、光密度、			
	各波長)の劣化試験が行える様になった。この設備は、現在日亜で最も負荷			
	の高い試験が可能であり、今後の LED 高出力化・短波長化に対し、蛍光体、			
	バインダーの劣化特性データを蓄積し、改良につなげて行く。Ce <sup>3+</sup> → Ce <sup>4+</sup> SiO <sub>2</sub> → SiO <sub>3</sub>			
	・400nm 紫外に対する YAG 劣化に、付活剤 Ce が関与している知見が得られた			
	・SQ の TEM 撮影により、ナイトライト 蛍光体中にアモルファス層が存在している事が			←SQ の TEM 撮影及び
	確認された。シリウスでの劣化との関連が予測され、今後確認する。			評価技術は高い

持ちテーマ	現 状 要 点	コ メ ン ト	
1. YAG、 酸化物蛍光体 (村崎、木下、武市)	<p>①改良 YAG(→ 村崎月報参照)</p> <p>改良品(球状、平均粒径 7~8<math>\mu</math>m、輝度 206-01 比 125~135%)を各色で準備 LA、ST での評価を開始した。ST には粒径を上げると歩留まりが落ちるとの 経験則があるらしい。R3-1 は、粒径を上げ界面を減少させ光透過率を上げ 輝度を改良するとのストーリーで動いている。使いこなしてもらえよう進める。 今後、輝度と歩留まりを両立させるための条件出しを行う。 下記、用途の異なる 3 種の YAG 改良品サンプルを LA、ST へ出荷した。</p> <p>1.短波長 YAG...電球色 LED 用(LA、ナイトライトと併用)、シルキー G 用(STC)</p> <p>2.RegYAG.....ルーチン白色輝度 UP 用(STL)</p> <p>3.長波長 YAG...単体電球色用(LA)</p> <p>尚、輝度、粒度改良は Flux、焼成雰囲気の最適化で行った。</p> <p>②ルーチン品 YAG (STC・STL 関係)(→ 木下月報参照)</p> <p>ルーチン YAG (206-023、206-01-01 分級品)、光度 UPYAG (206-022 タイプ) 各タイプ使用量は増加しており、10~15kg/M。発注も前倒し気味。 供給を安定化させるため、注文に応じながら、在庫量 UP を進めている。 -023 工程合理化サンプルも試作中。</p> <p>①、②とも、STL、SL 製造状況に応じてライン試験予定。</p> <p>③朝日ラバー向け YAG (10/4 出荷予定)</p> <p>樹脂との混合特性を考慮し、現在朝日ラバーで使用中の平均粒径 4~5<math>\mu</math>m で 輝度が UP した物を準備。色調が異なる 3 品種の内、1 品種で粒径変更し 粒径による効果を確認予定。</p>		持ち
2 ナイトライト*蛍光体 (玉置、亀島、高島)	<p>①電球色 LED の性能試験</p> <p>・電球色をどのような LED、蛍光体の組み合わせで出すか LA で検討。</p> <p>1.LED+長波長 YAG</p> <p>2.LED+短波長 YAG+ナイトライト RED(ピーク波長 610nm) 高輝度タイプ</p> <p>3.LED+短波長 YAG+ナイトライト RED(ピーク波長 650nm) 高演色性タイプ</p> <p>・結果、2.及び 3.の組み合わせが、電流、温度、に対する輝度維持率、色調バラツキが安定しており、2.及び 3 の組み合わせでライン試験を行うことに決定した。</p> <p>・今回が初めて 2 種以上の異種蛍光体混合使用となる。歩留まり、色ズレ、その他色限度見本、LED 性能、ライフなど確認して行く。</p> <p>②ナイトライト RED の製造</p> <p>炉心管の内側に、炉心管表面の分解を抑制するインナーアルミ炉心管を配置し これにより、焼成品の品質は安定した。しかし、劣化の進行を 100%、抑制する事は出来ず。現在のところ、炉心管寿命は 1~2 ヶ月である。</p> <p>③タル炉焼成試験 (玉置出張報告提出済み)</p>		3 無機ハ (祖父)

持ちテーマ	現 状 要 点	コ メ ン ト
	③ナイトライド RED の分析結果 (SEM、TEM、XPS、EPMA、XRD) 於: SQ、NQ、R1	
	・現状ナイトライド 蛍光体は結晶層とアモルファス層が混在していることが、SQ の TEM 写真で解った。SEM、EPMA でも結晶形状の粒子と不定形に近い粒子が観察される。XPS では蛍光体内部に酸素元素が存在する可能性を示すデータが得られた。	←速報、後日回覧
	・シリウスライフ試験結果で Ca ベースのシリコンナイトライドの輝度維持率が良好。 <sup>6</sup>	
	Ca の反応性が良く、結晶成長状態が良いためと考える (→ 祖父江月報)	
	・今後、混合状態、焼成条件を検討し、結晶性を上げる方向で改良を進める。	
	④オキシナイトライド 蛍光体 (400nm、460nm 励起 Yellow~Green)	
	・最適化を検討。400nm 励起で YAG を用いた系と同等の白色輝度が得られた	
	・460nm 励起の最適化中。	
3.無機バインダー (祖父江、丸田)	①シリウスパッケージによるライフ評価 (→ 祖父江月報)	
	・シリウスパッケージを用いた 400nm 紫外線の強制劣化試験開始。	
	(負荷量は、電流密度で 5φランプの約 4 倍、熱負荷量はもっと大きい)	←確認中
	YAG	
	・YAG は 400nm 紫外線で激しく黒化。原因を残留フッ素、もしくは Ce <sup>3+</sup> と予測した。フッ素無しの YAG で劣化は改善されず、Ce 無しの YAG で黒化が大幅に低減された。	
	・YAG 黒化は Ce <sup>3+</sup> → Ce <sup>4+</sup> へ酸化時に周辺化合物を還元 (SiO <sub>2</sub> → SiO、もしくは CO → C) していると予測している。更に原因を調査中。	
	その他蛍光体	
	・使用の可能性がある R・G・B 各蛍光体に関して劣化試験を実施。	
	・200hr 後で劣化の無い蛍光体は SAE のみ。その他、R・G・B 蛍光体とも劣化有り。200hr 後で劣化に蛍光体毎の傾向が見られ始めた。	
	今後、個々に原因を解明する。	
	対策	
	・表面処理による劣化対策を実施する。通常の乾式もしくは湿式コーティングに加え、CVD によるマイクロパセリ化も検討して行く。今後重要な技術と考える。	→CVD 装置検討開始
	・シリウス中の C 量は量を確保し、元素分析装置で定量し、数値確定を行う。	
	②シリカゾル無機バインダー硬化後の有機量の低減	
	・146nm の真空紫外線照射により、残留有機が減少することが解った。	→VUV 照射装置 申請予定
	③バインダー合成・調査	
	・バインダー劣化よりも蛍光体間の差が大きい現状だが SAE を用いてバインダー種硬化条件による劣化の差の確認も進めて行く。	
	・透明セメントの調査開始。	

**CONFIDENTIAL**

紅

R3-1業務分担表

項目	業務内容	人員	目標	目標期限	課題
460nm Yellow YAG	ルネンYAG製造・製造移管 工程合理化	木下・武市・(村崎)	SLL、SLC導入	12月	206-023タイプ分級方法改良
	YAGJ7改良 球状・数μm・輝度約130%	村崎・(木下)	LA、SLL、SLC導入 新規仕様へ導入	2003導入	白色LED輝度UPに最適な粒径・使用法を LA・STの協力の元再検討
	朝日ラバー向けYAG	村崎	朝日ラバー導入	2003導入	他社(根本)同等品では不可 5%以上、輝度UP
	Sr-Metal精製、原料改良試験	玉置・亀島	Sr、混合原料供給安定	12月にめど	Sr-Metal蒸留条件最適化 共沈並みの混合方法検討
460nm Red ナイトライト	ナイトライト高輝度化	亀島・(玉置)	輝度現行品比120%	2003.4月	形状改良、結晶均一化 高温焼成、Flux、混合方法、焼成パターンなど
	ナイトライト製造法確立	亀島・高島・(玉置)	製造ラインの整備	2003.12月	原料製造、機密粉碎、焼成装置の検討・導入
	データベース作製	武市・高島	B・G・Y・R各種蛍光体 データベース作成	12月	各種蛍光体の発光、反射、励起スペクトル、劣化特性
LED用 蛍光体全般	新規ナイトライト、 オキナイトライトの合成	高島・亀島・(玉置)	高輝度蛍光体開発	2003.4月	アルカリ土類シリコンナイトライト・蛍光体、 希土類シリコンナイトライト・蛍光体の合成、技術保全
	新規酸化物系蛍光体の合成	武市・木下・(村崎)	"	2003.4月	アルカリ土類酸化物系蛍光体の合成、技術保全
	劣化対策のコーティング技術	武市・丸田・ 村崎・玉置	各種蛍光体の劣化改善	2003.6月めど	乾式、湿式コーティング品の特性確認 マイクロプラセル化技術の確立 先ずYAGで検討
	シリウスパッケージによる 劣化評価	祖父江・丸田	使用可能蛍光体、 コーティング法 パインダー選択	12月、以後見直し	360nm、380nm、400nm、460nmハイパワー下の 各蛍光体、パインダーの劣化データ蓄積、原因解明 使用可能蛍光体、コーティング技術選択
360～ 400nm パワーLED用 蛍光体 パインダー	シリカゾルパインダー分析と 劣化機構説明	丸田・祖父江	カーボン、SiO <sub>2</sub> の定量 劣化原因の特定	12月	シリウス実装品のカーボン・SiO <sub>2</sub> 定量
	シリカゾルパインダー使用方法	丸田・祖父江	シリカゾルパインダーの 最も良い使用方法確立	12月	硬化条件、残留有機低減、厚膜成形など VUV照射装置など
	新規ゾルの合成	祖父江	厚膜塗布可能な新規ゾル	2003.12月	アルミナ、イットリウム、シリカ複合ゾル合成
	新規パインダー・成型方法探索	祖父江・丸田・玉置	厚膜塗布可能な	2003.12月	透明セメント、軸薬、ガラスなど パインダー用、レンズ用材料



社長	第一部門					知財
	部門長	生産本部				
		本部長	副本部長	技師長	開発部長	
(9)	(11)			(118)	日重	
					五重	

月報

部署: R3-1

氏名: 高島 優

## オキシナイトライド系 Phos. の検討

### ◆目的

MSi<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>:Eu (M=アルカリ土類金属)の白色LEDへの導入および特許権利化を目指し、特性確認を行う。

### ◆実験

#### ①M=Mg, Ba の導入

これまでの実験から M の位置が Ca と Sr の場合で、輝度・λ<sub>p</sub> が変化する事がわかっている。今回は (Mg<sub>0.97</sub>,Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub> 及び (Ba<sub>0.97</sub>,Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub> を作製し、それぞれの発光特性を確認する。

#### ②最高輝度サンプルの作成

Eu 濃度と Ca/Sr 比の最適化から、EX=400nm 最高輝度の得られる組成は (Sr<sub>0.872</sub>,Ca<sub>0.288</sub>,Eu<sub>0.04</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub> となった。この Phos. を作製し、さらに酸処理・分級を行う事で現状での最高輝度サンプルを作製する。

### ◆結果

#### ①M=Mg, Ba の導入

図1に示したように、発光強度は Sr の場合で最高になった (Mg の場合は殆ど発光無し)。また表1の通り、アルカリ土類元素のイオン半径が大きくなるにつれ λ<sub>p</sub> が短くなることが分かった。

	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>
イオン半径 (Å)	0.78	1.06	1.27	1.30
λ <sub>p</sub> (nm; EX=400nm)	569	561	539	509

表1. 各種アルカリ土類を使用した場合の λ<sub>p</sub>

#### ②最高輝度サンプルの作成

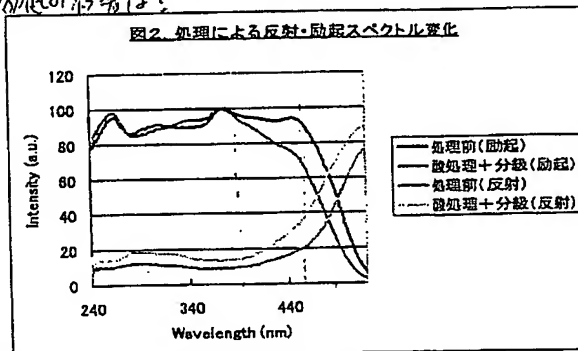
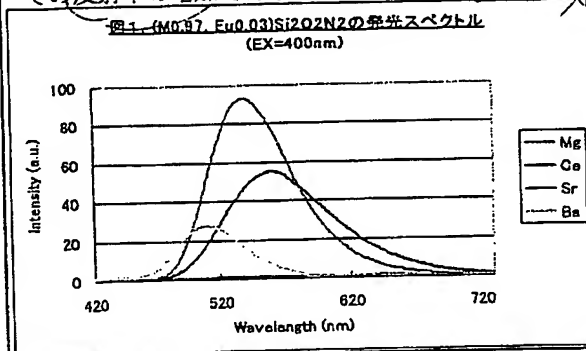
EX=400nm での最高輝度を得た。しかし EX=460nm では処理により輝度低下が発生した。処理に粉碎・フルイ工程を含む事と図2から、輝度低下の原因は表面積の増加による、460nm 付近

EX	Sample	Y (%)	E (%)	Q (%)	x	y	λ <sub>p</sub>
400nm	処理前	109.8	93.3	98.0	0.380	0.589	545
	処理品	123.4	105.6	110.4	0.373	0.591	545
460nm	処理前	107.5	86.2	81.1	0.377	0.596	547
	処理品	91.0	73.6	69.1	0.372	0.598	547

表2. 最高輝度サンプルの発光特性

での反射率の増加であると考えている。

励起の影響は?





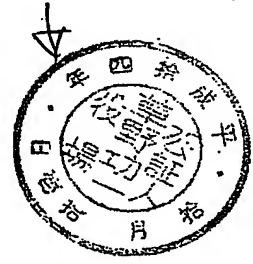
# **EXHIBIT E1**



02-K-509

「開発月報 (R 3-1)」について

Kusano's seal



徳島県阿南市上中町岡491番地100

日産化学工業株式会社

知財部長代行 松 下 一



確定日付1851号

社長	第一部門					知財
部門長	生産本部					
	本部長	副本部長	技師長	開発部長	開発課長	

R3-1

## 月開発月報まとめ

部署 R3-1 氏名 玉置 寛人

テーマ	スケジュール			
	8月	9月	10月	11月
YAG・酸化物系	輝度・粒度改良にめど	輝度、粒度分布改良品 LA1、ST にサンプル出荷	←結果を確認しながら 改良を継続	←
ナイトライト系	炉の状態安定 製造にめど	ナイトライト再現サンプル出荷 シリコンオキシナイトライト改良	←結果を確認し改良  電球色 LED の製造試験	←
焼成実験室・キャパ (詳細予定添付)	1 次工事完了 ①～⑤号炉まで	設備立ち上げ —	←継続 追加炉の設置準備	メル合成炉据付他
無機バインダー	シリウス評価の準備 バインダー硬化条件検討	シリウス(高負荷)評価開始 蛍光体、バインダー劣化の 機構解明と対策	←継続 蛍光体・バインダー改良 品試作し評価	←
テーマ	現状要点			コメント
LED 用蛍光体開発 状況	・北米学会での日亜電球色 LED 発表を受けて、製品化の課題を抽出する為に 電球色 LED 製造試験を LA 主導で行うこととなった。まず、5φランプ で 10 月 試作ライン、年末までに SL 製造ラインでの試験を行い製造ハザックなど確認予定。 (その他、高出力タイプ、ジェッターでの試験も行う)			
	・第1部門と第2部門の蛍光体サンプル窓口が、LA1-R3-1 に 1 本化された。 これに伴い、ST に出荷するサンプルも 1 度は LA1 を通す事にする。			
	・STC のデソー向けシリキー G の社内打合せに出席した。車載用照明ではトヨタが 世界で最も進んでいると考えられ、トヨタへの採用は重要である。朝日ラバーを 含め LED 製造各社トヨタ戦略色 LED の採用に向けて開発を進めている。 (村崎君が試作中の朝日ラバー向け高輝度 YAG もこの用途をにらんだもの)			
	会で、STC の蛍光体選択に関して疑問点があり、サンプル 3 種を提案した。			
	・今後、蛍光体を用いた新規 LED 仕様検討には必ず出席し、的確に情報 交換することで開発速度を上げられると考える。			← LA1 に依頼済み
	・また、各課員の技術向上のため、蛍光体-LED の相互勉強会を企画する。			← LA1 に依頼済み
	・YAG、ナイトライト RED とともに改良、安定製造条件出しが進みつつある。今月から 実使用(今後、ライン試験も含む)での効果を確認する段階に入った。			
	・シリウス評価設備が R3-1 バインダー室に完備され、高負荷時(電流、熱、光密度、 各波長)の劣化試験が行える様になった。この設備は、現在日亜で最も負荷 の高い試験が可能であり、今後の LED 高出力化・短波長化に対し、蛍光体、 バインダーの劣化特性データを蓄積し、改良につなげて行く。 $Ce^{3+} \rightarrow Ce^{4+}$ $SiO_2 \rightarrow SiLi$			
	・400nm 紫外に対する YAG 劣化に、付活剤 Ce が関与している知見が得られた			
	・SQ の TEM 撮影により、ナイトライト蛍光体中にアモルファス層が存在している事が 確認された。シリウスでの劣化との関連が予測され、今後確認する。			←SQ の TEM 撮影及び 評価技術は高い

量新規格化学  
物質の製造  
許可はおりた  
(3)

持ちテーマ	現 状 要 点	コ メ ン ト	
1. YAG、 <sup>41</sup> 酸化物蛍光体 (村崎、木下、武市)	<p>①改良 YAG(→ 村崎月報参照)</p> <p>改良品(球状、平均粒径 7~8<math>\mu</math>m、輝度 206-01 比 125~135%)を各色で準備            LA、ST での評価を開始した。ST には粒径を上げると歩留まりが落ちるとの            経験則があるらしい。R3-1 は、粒径を上げ界面を減少させ光透過率を上げ            輝度を改良するとのストーリーで動いている。使いこなしてもらえよう進める。            今後、輝度と歩留まりを両立させるための条件出しを行う。</p> <p>下記、用途の異なる 3 種の YAG 改良品サンプルを LA、ST へ出荷した。</p> <p>1.短波長 YAG...電球色 LED 用(LA、ナイトライトと併用)、シルキー G 用(STC)</p> <p>2.Reg YAG.....ルーチン白色輝度 UP 用(STL)    —</p> <p>3.長波長 YAG...単体電球色用(LA)</p> <p>尚、輝度、粒度改良は Flux、焼成雰囲気最適化で行った。</p> <p>②ルーチン品 YAG (STC・STL 関係)(→ 木下月報参照)</p> <p>ルーチン YAG (206-023、206-01-01 分級品)、光度 UP YAG (206-022 タイプ)            各タイプ使用量は増加しており、10~15kg/M。発注も前倒し気味。            供給を安定化させるため、注文に応じながら、在庫量 UP を進めている。            -023 工程合理化サンプルも試作中。</p> <p>①、②とも、STL、SL 製造状況に応じてライン試験予定。</p> <p>③朝日ラー向け YAG (10/4 出荷予定)</p> <p>樹脂との混合特性を考慮し、現在朝日ラーで使用中の平均粒径 4~5<math>\mu</math>m で            輝度が UP した物を準備。色調が異なる 3 品種の内、1 品種で粒径変更し            粒径による効果を確認予定。</p>		持ち
2.ナイトライト蛍光体 (玉置、亀島、高島)  Present Invention	<p>①電球色 LED の性能試験</p> <p>・電球色をどの様な LED、蛍光体の組み合わせで出すか LA で検討。</p> <p>1.LED+長波長 YAG</p> <p>2.LED+短波長 YAG+ナイトライト RED(ピーク波長 610nm) 高輝度タイプ<sup>Y</sup></p> <p>3.LED+短波長 YAG+ナイトライト RED(ピーク波長 650nm) 高演色性タイプ<sup>レ</sup></p> <p>・結果、2.及び 3.の組み合わせが、電流、温度、に対する輝度維持率、色調バラツキが安定しており、2.及び 3.の組み合わせでライン試験を行うことに決定した。</p> <p>・今回が初めて 2 種以上の異種蛍光体混合使用となる。歩留まり、色ズレ、その他色限度見本、LED 性能、ライフなど確認して行く。</p> <p>②ナイトライト RED の製造</p> <p>炉心管の内側に、炉心管表面の分解を抑制するインナーアルミ炉心管を配置し            これにより、焼成品の品質は安定した。しかし、劣化の進行を 100%、抑制する事は出来ず。現在のところ、炉心管寿命は 1~2 ヶ月である。</p> <p>③タール炉焼成試験 (玉置出張報告提出済み)</p>		3.無機 (祖)

持ちテーマ	現 状 要 点	コ メ ン ト
	<p>③ナイトライド RED の分析結果(SEM、TEM、XPS、EPMA、XRD) 於:SQ、NQ、R1</p> <p>・現状ナイトライド 蛍光体は結晶層とアモルファス層が混在していることが、SQ の TEM 写真で解った。SEM、EPMA でも結晶形状の粒子と不定形に近い粒子が観察される。XPS では蛍光体内部に酸素元素が存在する可能性を示すデータが得られた。</p> <p>・シリウスライフ試験結果で Ca ベースのシリコンナイトライドの輝度維持率が良好。<sup>6</sup></p> <p>Ca の反応性が良く、結晶成長状態が良いためと考える (→ 祖父江月報)</p> <p>・今後、混合状態、焼成条件を検討し、結晶性を上げる方向で改良を進める。</p>	<p>←速報、後日回覧</p>
3.無機バインダー (祖父江、丸田)	<p>④オキシナイトライド 蛍光体(400nm、460nm 励起 Yellow~Green)</p> <p>・最適化を検討。400nm 励起で YAG を用いた系と同等の白色輝度が得られた</p> <p>・460nm 励起の最適化中。</p> <p>①シリウスパッケージによるライフ評価 (→ 祖父江月報)</p> <p>・シリウスパッケージを用いた 400nm 紫外線の強制劣化試験開始。</p> <p>(負荷量は、電流密度で 5φランプの約 4 倍、熱負荷量はもっと大きい)</p> <p>YAG</p> <p>・YAG は 400nm 紫外線で激しく黒化。原因を残留フッ素、もしくは <math>Ce^{3+}</math> と予測した。フッ素無しの YAG で劣化は改善されず、<math>Ce</math> 無しの YAG で黒化が大幅に低減された。</p> <p>・YAG 黒化は <math>Ce^{3+} \rightarrow Ce^{4+}</math> へ酸化時に周辺化合物を還元(<math>SiO_2 \rightarrow SiO</math>、もしくは <math>CO \rightarrow C</math>)していると予測している。更に原因を調査中。</p> <p>その他蛍光体</p> <p>・使用の可能性がある R・G・B 各蛍光体に関して劣化試験を実施。</p> <p>・200hr 後で劣化の無い蛍光体は SAE のみ。その他、R・G・B 蛍光体とも劣化有り。200hr 後で劣化に蛍光体毎の傾向が見られ始めた。</p> <p>今後、個々に原因を解明する。</p> <p>対策</p> <p>・表面処理による劣化対策を実施する。通常の乾式もしくは湿式コーティングに加え、CVD によるマイクロバセル化も検討して行く。今後重要な技術と考える。</p> <p>・シリウス中の C 量は量を確保し、元素分析装置で定量し、数値確定を行う。</p> <p>②シリカゾル無機バインダー硬化後の有機量の低減</p> <p>・146nm の真空紫外線照射により、残留有機が減少することが解った。</p> <p>③バインダー合成・調査</p> <p>・バインダー劣化よりも蛍光体間の差が大きい現状だが SAE を用いてバインダー種硬化条件による劣化の差の確認も進めて行く。</p> <p>・透明セメントの調査開始。</p>	<p>←確認中</p> <p>→CVD 装置検討開始</p> <p>→VUV 照射装置 申請予定</p>

CONFIDENTIAL

R3-1業務分担表

項目	業務内容	人員	目標	目標期限	課題
460nm Yellow YAG	ルチンYAG製造・製造移管 工程合理化	木下・武市・(村崎)	SLL、SLO導入	12月	206-023タイプ分級方法改良
	YAGコア改良 球状・数μm・輝度約130%	村崎・(木下)	LA、SLL、SLO導入 新規仕様へ導入	2003導入	白色LED輝度UPに最適な粒径・使用方法を LA・STの協力の元再検討
	朝日ラバー向けYAG	村崎	朝日ラバー導入	2003導入	他社(根本)同等品では不可 5%以上、輝度UP
	Sr・タル精製、原料改良試験	玉置・亀島	Sr、混合原料供給安定	12月にめど	Sr・タル蒸留条件最適化 共沈並みの混合方法検討
460nm Red ナトリウム	ナトリウム・高輝度化	亀島・(玉置)	輝度現行品比120%	2003.4月	形状改良、結晶均一化 高温焼成、Flux、混合方法、焼成パターンなど
	ナトリウム製造法確立	亀島・高島・(玉置)	製造ラインの整備	2003.12月	原料製造、機密粉碎、焼成装置の検討・導入
	データーベース作製	武市・高島	B・G・Y・R各種蛍光体 データーベース作成	12月	各種蛍光体の発光、反射、励起スペクトル、劣化特 性
	新規ナトリウム、 オキシナトリウムの合成	高島・亀島・(玉置)	高輝度蛍光体開発	2003.4月	アルカリ土類コロンナトライト蛍光体、 希土類コロンナトライト蛍光体の合成、技術保全
LED用 蛍光体 全般	新規酸化物系蛍光体の合成	武市・木下・(村崎)	"	2003.4月	アルカリ土類酸化物系蛍光体の合成、技術保全
	劣化対策のコアティング技術	武市・丸田・ 村崎・玉置	各種蛍光体の劣化改善	2003.6月めど	乾式、湿式コアティング品の特性確認 マイクログラフセル化技術の確立 先ずYAGで検討
	シリウスパッケージによる 劣化評価	祖父江・丸田	使用可能蛍光体、 コアティング法 パインダー選択	12月、以後見直し	380nm、380nm、400nm、460nmハイパワー下での 各蛍光体、パインダーの劣化データ蓄積、原因解明 使用可能蛍光体、コアティング技術選択
	シリカゾルパインダー分析と 劣化機構解明	丸田・祖父江	カーボン、SiO <sub>2</sub> の定量 劣化原因の特定	12月	シリウス実装品のカーボン・SiO <sub>2</sub> 定量
380～ 400nm ハイパワーLED用 蛍光体 パインダー	シリカゾルパインダー使用方法	丸田・祖父江	シリカゾルパインダーの 最も良い使用方法確立	12月	硬化条件、残留有機低減、厚膜成形など VUV照射装置など
	新規ゾルの合成	祖父江	厚膜塗布可能な新規ゾ ル	2003.12月	アルミナ、イットリウム、シリカ複合ゾル合成
	新規パインダー・成型方法探索	祖父江・丸田・玉置	厚膜塗布可能な	2003.12月	透明セメント、糊薬、ガラスなど パインダー用、レンズ用材料



<Present Invention>

Yamakawa's signature

Sumitomo's

Ichinomiya's

社長	第一部門					知財
	部門長	生産本部				
		本部長	副本部長	技師長	開発部長	
(9)	(1)	(118)	(118)	(118)	(118)	

月報

部署: R3-1

氏名: 高島 優

## オキシナイトライド系 Phos. の検討

### ◆目的

MSi<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>:Eu (M=アルカリ土類金属)の白色LEDへの導入および特許権利化を目指し、特性確認を行う。

### ◆実験

#### ①M=Mg, Baの導入

これまでの実験からMの位置がCaとSrの場合で、輝度・λpが変化する事がわかっている。今回は(Mg<sub>0.97</sub>,Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>及び(Ba<sub>0.97</sub>,Eu<sub>0.03</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>を作製し、それぞれの発光特性を確認する。

#### ②最高輝度サンプルの作成

Eu濃度とCa/Sr比の最適化から、EX=400nm 最高輝度の得られる組成は(Sr<sub>0.972</sub>,Ca<sub>0.288</sub>,Eu<sub>0.04</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>となった。このPhos.を作製し、さらに酸処理・分級を行う事で現状での最高輝度サンプルを作製する。

### ◆結果

#### ①M=Mg, Baの導入

図1に示したように、発光強度はSrの場合で最高になった(Mgの場合は殆ど発光無し)。また表1の通り、アルカリ土類元素のイオン半径が大きくなるにつれλpが短くなることが分かった。

	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>
イオン半径 (Å)	0.78	1.06	1.27	1.80
λp (nm; EX=400nm)	569	561	539	509

表1. 各種アルカリ土類を使用した場合のλp

#### ②最高輝度サンプルの作成

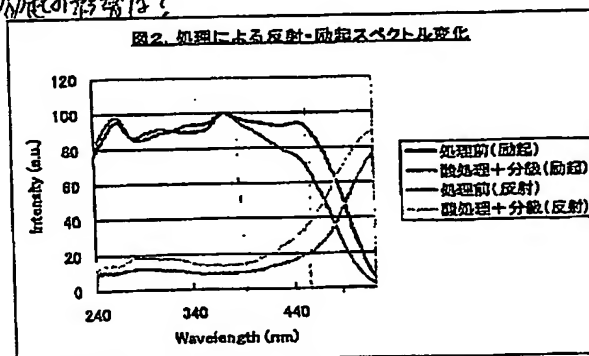
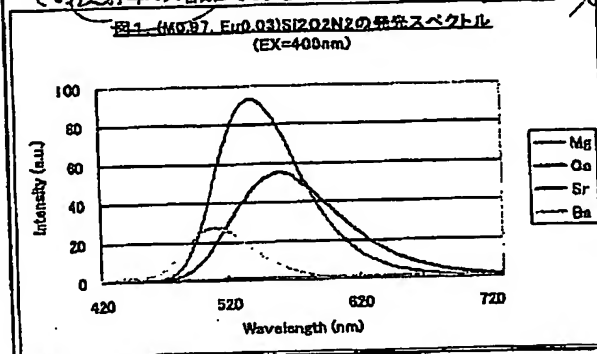
EX=400nmでの最高輝度を得た。しかしEX=460nmでは処理により輝度低下が発生した。処理に粉砕・フルイ工程を含む事と図2から、輝度低下の原因は表面積の増加による、460nm付近

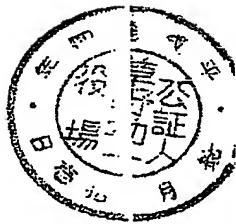
EX	Sample	Y (%)	E (%)	Q (%)	x	y	λp
400nm	処理前	109.8	98.3	98.0	0.380	0.589	545
	STD=230-01 処理品	128.4	105.6	110.4	0.373	0.591	545
460nm	処理前	107.5	86.2	81.1	0.377	0.596	547
	STD=206-01 処理品	91.0	73.6	69.1	0.372	0.598	547

表2. 最高輝度サンプルの発光特性

での反射率の増加であると考えている。

励起の影響は?





# **EXHIBIT E2**

Regarding "Development Monthly Report (R3-1)"

491-100, Oka, Kaminaka-Cho, Anan-Shi, Tokushima-ken  
Nichia Corporation  
Deputy of Intellectual Property Department Manager  
Ichiro MATSUSHITA

04FR3-002 (Form Creation Date:

No. 1/3

President	First Division				Intellectual Property
	Division Director	Production Center			
		General Manager	Deputy Production Center	Engineer Manager	

### R3-1 Summary of Development Monthly Report

R3-1 Summary of

Section: R3-1 Name: Hiroto TAMAKI

Theme	Schedule					
	August	September	October	November		
YAG-oxide-base phosphors	To improvement of brightness particle size distribution	To ship samples with improved brightness, particle size distribution to IAI, ST	← To improvement checking results	←		
Nitride-base phosphors	To stabilize conditions of furnaces To complete the production	To ship reproduced nitride-base phosphor samples To improve silicon oxynitride-base phosphors	← To continue improvement while checking the results • Production test of bulb color LEDs	←		
Calcination laboratory capacity (Details of the schedule to be attached)	To complete primary construction Up to ①-⑤ furnaces	To set up a facility	← Continuation • To prepare installation of additional furnaces	←	Installation of metal furnaces and others	

Inorganic binders	To prepare Sirius evaluation To study conditions for curing binders	To start Sirius (highly loaded) evaluation To elucidate the mechanism of deterioration of phosphors and binders, and take countermeasures against the deterioration	← Continuation • To experimentally produce improved phosphor and binder samples and evaluate them	←
Theme	Comments			
Development of condition phosphors for LEDs	<p>Points of the current conditions</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In response to the presentation of bulb color LEDs manufactured by NICHIA at the North American academic conference, production tests of bulb color LEDs were determined to be carried out under IAI's initiative in order to pick out problems for commercialization of products under the leadership of IAI. First, tests of 5φ lamp series will be conducted on the experimental production line in October, and tests of those will be conducted on the SL production line by the end of this year. Production dispersions will be checked. (In addition to that, tests using a high output type Jupiter will also be conducted.)</li> <li>• The contacts of phosphors samples of the first division and the second department were combined into one, i.e., <u>IAI-R3-1</u>. Accompanied by this, samples to be shipped to ST are to be checked by IAI.</li> <li>• Attended a meeting within the company on milky G for DENSO CO. held by STC. It is considered that TOYOTA has advanced the most in in-car lighting and thus adoption to TOYOTA is</li> </ul>			

<p>Got permission for production of rare chemical substances. TAMAKI</p>	<p>important. LED manufacturing companies including ASAHI RUBBER INC. advance development for adoption of TOYOTA strategic color LEDs. (High brightness YAG MURASAKI is experimentally producing is targeted for this application.) At the meeting, since I had some questions about selection of phosphors by STC, I proposed 3 types of samples.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>From now on, I will be sure to attend a review of specification of novel LEDs using phosphors, and exchange information accurately. I think that this will accelerate the development speed.</li> <li>Further, for technical improvement of members of each section, mutual study sessions on phosphors-LEDs will be planned.</li> <li>Conditions for improvement and stable production are being proposed in both of the YAG and the nitride RED phosphors. From this month, we entered a stage of confirming effects in practical use (including tests on production lines).</li> <li>The Sirius evaluation facility was fully equipped in R3-1 binder room, and it has become possible to carry out deterioration tests when highly loaded (current, heat, optical density, respective wavelengths). This facility enables the highest-loaded deterioration tests in NICHIA at present. For high-power output, short wavelength LEDs in the future, we will store data on deterioration characteristics so that they will be led to improvement.</li> <li>The finding that the activator Ce was involved with deterioration of the YAG phosphor by exposure to 400 nm UV light was obtained.</li> <li>By a TEM shooting by SQ, it was confirmed that an amorphous layer was present in the nitride phosphor. A relation with deterioration by the Sirius is predicted and so we will confirm</li> </ul> <p>← already asked IAI</p> <p>← already asked IAI</p> <p>← The TEM shooting and the evaluation technology of SQ are high.</p>
--	--

Allotted theme	it in the future.	Comments
<p>1. YAG, oxide-base phosphors (MURASAKI, KINOSHITA, TAKEICHI)</p>	<p>Points of the current conditions</p> <p>① Improved YAG phosphors (←refer to MURASAKI Monthly Report)</p> <p>Improved phosphor samples (spherical shape, mean particle diameter: 7-8 μm, brightness: 125-135 % compared with that of 206-01) for each color were prepared. Then evaluation in LA and ST was started. It seems that there is an empirical rule in LA that an increase of particle size reduces yield. R3-1 is operating under the story of increasing the particle size, reducing the interface area, improving the light transmission and improving the brightness. We will recommend that they fully utilize the improved YAG. From now, conditions for satisfying both the brightness and the yield will be proposed. We shipped the following 3 types of YAG improved samples, whose applications are different from one another, to LA and ST.</p> <p>1. <u>Short wavelength YAG</u> ... for bulb color LEDs (used in combination with LA, nitrides), for milky G (STC)</p> <p>2. <u>Reg YAG</u> ... for improving white color brightness of routine goods (STL)</p> <p>3. <u>Long wavelength YAG</u> ... for single bulb color (LA)</p> <p>Incidentally, improvement of brightness and particle size was carried out by optimizing the flux and the calcination atmosphere.</p> <p>② YAG phosphor samples for routine goods (related to STC-STL) (refer to KINOSHITA Monthly Report)</p> <p>Routine YAG (206-023, 206-01-01 classification samples), YAG with improved luminance (206-022 type)</p> <p>The amount of each type used increases, 10-15 kg/M. Orders also tend to be placed ahead of time.</p>	



	<p>In order to stabilize the supply, we are increasing inventory levels while accepting orders. We are also experimentally producing -023 sample in which the process is rationalized. Depending on the production condition, line tests of both ① and ② are <u>scheduled</u>.</p> <p>③ YAG phosphors for ASAHI RUBBER INC. (shipment is scheduled on October 4)</p> <p>Considering the mixing properties with respect to resin, those samples which are currently used for ASAHI RUBBER INC., have a mean particle diameter of 4-5 <math>\mu\text{m}</math> and in which brightness has been improved were prepared. Of the 3 types of samples with different color tones, the particle size of one type of phosphor will be changed to confirm effects by the particle size.</p>	<p>←scheduled to be submitted on September 6</p>
<p>2. Nitride-base phosphors (TAKAKI, KAMEJIMA, TAKASHIMA)</p>	<p>① Performance test of bulb color LEDs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studied at IA what combination of an LED and a binder would achieve a bulb color.</li> <li>1. LED + long wavelength YAG</li> <li>2. LED + short wavelength YAG + nitride RED (peak wavelength: 610 nm) high brightness type</li> <li>3. LED + short wavelength YAG + nitride RED (peak wavelength: 650 nm) high color rendition type</li> <li>• As a result, combinations in (2) and (3) are stable in terms of brightness retention ratio with respect to current, temperature, and in terms of color tone dispersion, so that we determined to carry out a production line test with the combinations in (2) and (3).</li> </ul>	

	<p>• This is going to be the first combined use of two or more different types of phosphors. We will check the yield, color shift, sample of color change limitation, LED performance, lifetime etc.</p> <p>② Production of nitride RED An inner-alumina furnace tube that suppresses decomposition of a surface of a furnace tube is disposed inside the furnace tube, whereby the quality of calcined products was stabilized. However, it was not possible to completely suppress the progress of deterioration. At present, the lifetime of the furnace tube is 1-2 months.</p> <p>③ Calcination test using metal furnace (TAWAKI submitted a report about the business trip.)</p> <p>③ Analysis results of nitride RED (SEM, TEM, XPS, EPMA, XRD) at SQ, NQ, R1</p> <p>• TEM photographs by SQ revealed that a crystalline layer and an amorphous layer were present in a mixed state in the current nitride phosphor. Also by SEM and EPMA, crystalline particles and particles with a shape close to an amorphous shape were observed. By XPS, data suggesting the possibility that an oxygen atom was present were obtained.</p> <p>• Test results of the Sirius lifetime test revealed that the brightness retention ratio of the silicon nitride of Ca was good.</p> <p>This was presumably because Ca had good reactivity, and crystal growth conditions were good (→ SOFUE Monthly Report).</p> <p>• From now, we will study the mixing state, calcination</p>	<p>← Bulletin, to be circulated at a later date</p>
--	--	---

	<p>conditions, and advance improvement so as to improve crystallinity.</p> <p>④ Oxynitride-base phosphors (excited at 400 nm, 460 nm, yellow ~ green)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Studied optimization. A phosphor achieved white brightness equivalent to that in a system using the YAG phosphor excited at 400nm.</li> <li>Under optimization at 460nm excitation.</li> </ul>	
<p>3. Inorganic binders (SOFUE, MARUTA)</p>	<p>① Lifetime evaluation by Sirius package (→ SOFUE Monthly Report)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Started forcible deterioration test using Sirius package by 400nm ultraviolet light.</li> </ul> <p>(The load was 4 times the 5φ lamp in terms of current density, and the thermal load was much higher.)</p> <p><u>YAG phosphors</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A YAG phosphor was severely darkened by irradiation with 400nm ultraviolet light. Predicted that the cause therefor was the residual fluorine or <math>Ce^{3+}</math>. No improvement was observed in a phosphor containing no fluorine. Darkening was greatly reduced in a YAG phosphor containing no Ce.</li> <li>It is presumed that darkening of the YAG phosphor is caused by the following process: when Ce is oxidized from <math>Ce^{3+} \rightarrow Ce^{4+}</math>, peripheral compounds are reduced (<math>SiO_2 \rightarrow SiO</math>, or <math>CO \rightarrow C</math>). Further investigating the cause.</li> </ul> <p><u>Other phosphors</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The deterioration test was performed on the respective R, G, B phosphors which might be used.</li> <li>After 200hr, the only phosphor with no deterioration was SAE.</li> </ul> <p>In addition to that, deterioration was observed in the R, G, B</p>	<p>→ Presently checking</p>

	<p>phosphors. After 200 hr, deterioration tendency for each phosphor started to be seen. From now, we will elucidate the cause individually.</p> <p><u>Countermeasures</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• We will carry out countermeasures to deterioration due to surface treatment. In addition to the conventional dry- or wet-type coating, we will also study microcapsulization by CVD. This will be an important technique in the future.</li> <li>• We will secure the amount of C in Sirius, perform quantitative determination by an element analysis apparatus, and determine numerical values.</li> </ul> <p>② Reduction of the amount of organic substances after curing silica sol inorganic binder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• It was found that the amount of residual substances was reduced by 146nm-UV irradiation in vacuum.</li> </ul> <p>③ Synthesis and investigation of binders</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Under the circumstances, a difference in deterioration of phosphors is more serious than deterioration of binders. However, using the SAE phosphor, we will also check a difference in deterioration due to the type of binder and the curing conditions.</li> <li>• Started investigation of transparent cement.</li> </ul>	<p>→ started reviewing CVD apparatuses.</p> <p>→ scheduled to apply for a VUV irradiation apparatus.</p>
--	---	--

## R3-1 Debrief Session

**CONFIDENTIAL**

R3-1 TAWAKI

R3-1 Work Responsibility ScheduleFrom

Item	Work contents	Employees	Object	Deadline of the object	Problems
460 nm Yellow YAG phosphors	production of routine YAG, production transfer, process rationalization	KINOSHITA, TAKEICHI, (MURASAKI)	introducing to SiL, SiC	December	type 206-023: improvement of classification method
	improvement of YAG core spherical, several $\mu\text{m}$ , brightness: about 130%	MURASAKI, (KINOSHITA)	introducing to IA, SiL, SiC introducing to novel specification	to be introduced in 2003	to review particle size, usage optimal for increasing brightness of white color LEDs with support of IA, Si
	YAG for ASAHI RUBBER INC.	MURASAKI	introducing to ASAHI RUBBER INC.	to be introduced in 2003	equivalent product manufactured by another company (NEMOTO) not approved increase of brightness by 5% or more
460 nm nitride phosphors	purification of Sr metal, material improvement test	TAWAKI, KAMEJIMA	stabilizing supply of Sr, mixed raw materials	to be achieved by December	optimizing distillation conditions for Sr metal studying a mixing method equivalent to coprecipitation
	increase in brightness of nitride	KAMEJIMA, (TAWAKI)	luminescence to be compared with that of current products	April, 2003	improvement of shape, uniformity of crystal, high-temperature calcination, flux, mixing method, calcination pattern etc.
General	establishing process for production of nitrides	TAKASHIMA, KAMEJIMA, (TAWAKI)	maintenance of production line	December, 2003	production of raw materials, airtight crushing, investigation and introduction of calcination device
	making database	TAKEICHI,	making database	December	luminescence, reflection, excitation

phosphors for LEDs		TAKASHIMA	of respective phosphors (B, G, Y, R)		spectra of respective phosphors, deterioration characteristics
Phosphor binder for 360 ~ 400 nm power LEDs	synthesis of novel nitride, Oxynitride phosphors	TAKASHIMA, KAMESHIMA, (TAWAKI)	development of phosphors with high luminescence brightness	April, 2003	synthesis and technical maintenance of alkaline earth-base silicon nitride phosphors, rare earth-base silicon nitride phosphors
	synthesis of novel oxide-base phosphors	TAKEICHI, MARUTA, KINOSHITA, (MURASAKI)	ditto	April, 2003	synthesis and technical maintenance of alkaline earth oxide-base silicon nitride phosphors
	coating technique as deterioration countermeasure	TAKEICHI, MARUTA, MURASAKI, TAWAKI	improvement of deterioration of respective phosphors	to be achieved by June, 2003	Checking of properties of products obtained by dry, wet-coating Establishment of microcapsulization technique At first, will be studied with the YAG
	deterioration evaluation by Sirius package	SOFUE, MARUTA	applicable phosphors, coating method, selection of binder	December, to be readjusted afterward	Data accumulation of deterioration of respective phosphors, binders under high power irradiation such as 360 nm, 380 nm, 400 nm, 460 nm, elucidation of cause of deterioration, selection of usable phosphors, coating technique
	analysis of silica sol binder and elucidation of deterioration mechanism	MARUTA, SOFUE	quantitative determination of carbon, SiO <sub>2</sub> , specifying cause of deterioration	December	Quantitative determination of carbon-SiO <sub>2</sub> of products attached to Sirius
	usage of silica sol binder	MARUTA, SOFUE	establishing best usage of silica sol binder	December	Curing conditions, reduction of residual organic substances, formation of thick film etc. VUV irradiation apparatus etc.
	synthesis of novel sol	SOFUE	novel sol enabling thick coating application	December, 2003	Synthesis of alumina-yttria-silica composite sol
	searching novel	SOFUE, MARUTA,	enabling thick application	December,	Transparent cement, graze, glass etc.

	binder and molding method	TPWAKI	coating application	2003	materials for binders, materials for lenses
--	------------------------------	--------	------------------------	------	--

President	First Division						Intellectual Property
	Division Director	Production Center					
		General Manager	Deputy General Manager	Engineer Manager	Development Department Manager	Development Department Section Manager	

Monthly Report

Division R3-1, Name: Masaru

TAKASHIMA

Investigation of oxynitride-base phosphors

Object: To introduce  $\text{MSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}$  (M=alkaline earth metal) to a white color LED, and confirm properties, while aiming granting of patent rights.

Experiment:

## ① Introduction of M=Mg, Ba

From the experiments conducted so far, it has been found out that the brightness  $\lambda_p$  is changed in the case where the position of M is Ca or Sr. This time,  $(\text{Mg}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$  and  $(\text{Ba}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$  phosphors are prepared, and their respective luminescent properties are confirmed.

## ② Preparation of samples with the highest brightness

From optimization of the Eu concentration and the Ca/Sr ratio, the composition achieving the highest brightness when excited by light having a peak wavelength of  $\text{EX}=400\text{nm}$  was  $(\text{Sr}_{0.672}, \text{Ca}_{0.288}, \text{Eu}_{0.04})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$ . Phosphors of this composition are prepared and by further performing acid treatment and classification, the current samples with the highest brightness are prepared.

Results:

## ① Introduction of M=Mg, Ba

As shown in Fig. 1, the luminescence intensity reached the maximum in the case of Sr (there was almost no luminescence in the case of Mg). Further, as shown in Table 1, it was found that as the ionic radius of the alkaline earth element became larger,  $\lambda_p$  became shorter.



	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>
Ionic radius (Å)	0.78	1.06	1.27	1.30
$\lambda_p$ (nm; Ex-400nm)	569	561	539	509

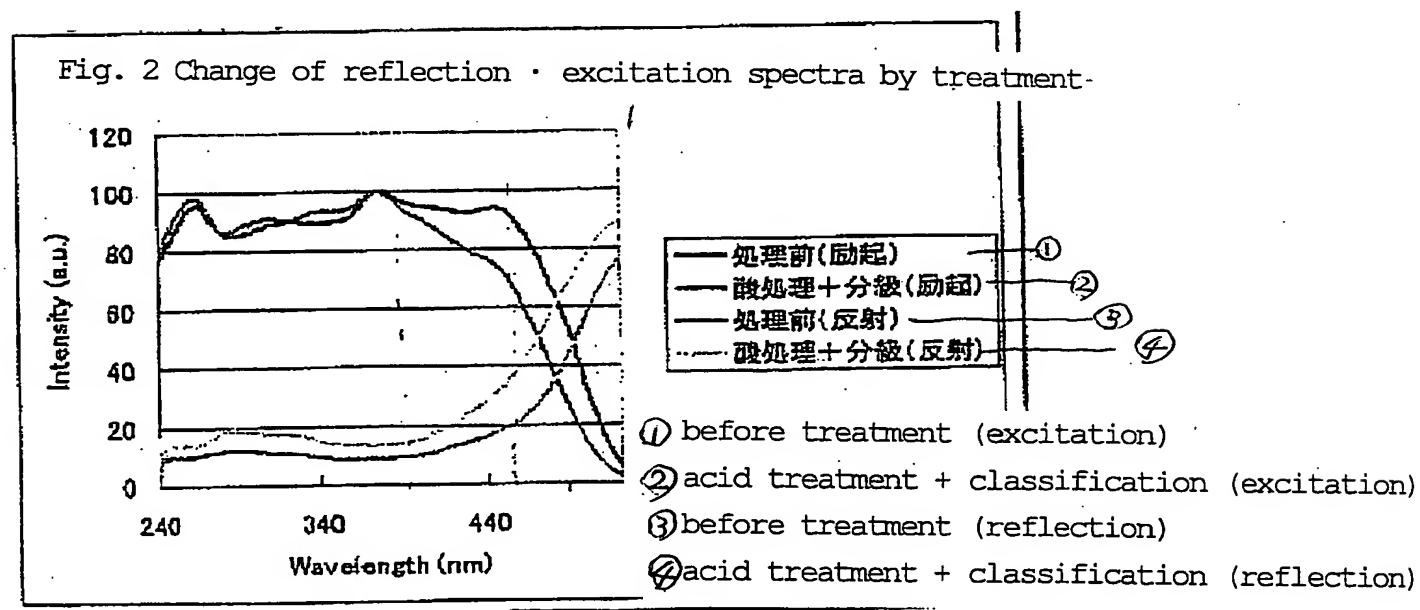
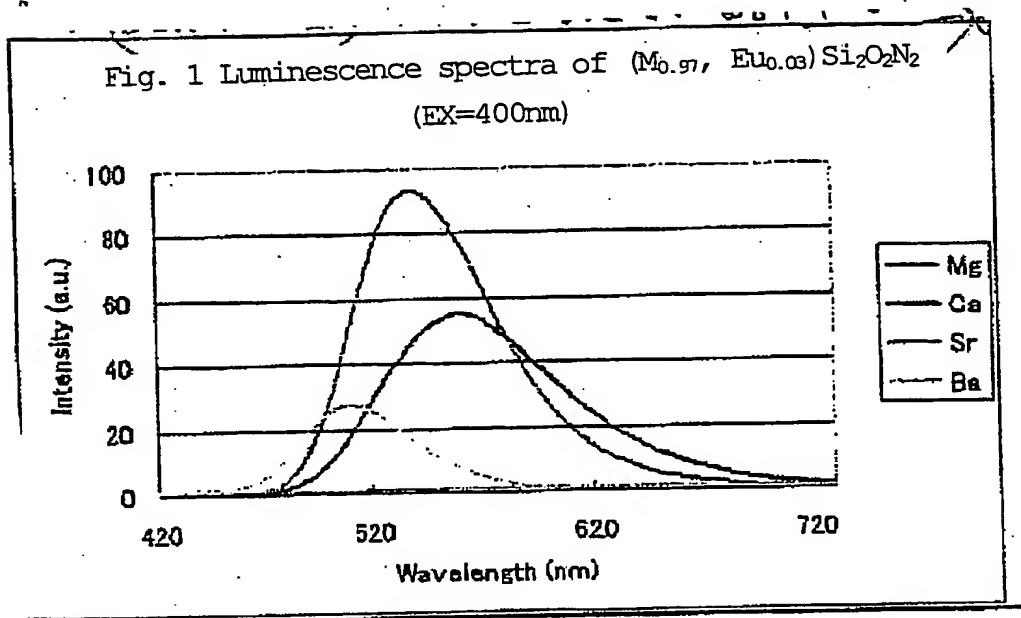
Table 1.  $\lambda_p$  When respective alkaline earth elements were used

② Preparation of samples with the highest brightness

The highest brightness at EX=400nm was obtained. However, at EX=460nm, the reduction of brightness occurred by the treatment. We consider that the reduction of brightness is attributable to the fact that the treatment includes crushing and sieving processes and an increase of reflectance near 460nm due to an increase of surface area.

EX	Sample	Y(%)	E(%)	Q(%)	x	y	$\lambda_p$
400nm	Before treatment	109.8	93.3	98.0	0.380	0.589	545
ST'D=230-01	Treated sample	123.4	105.6	110.4	0.373	0.591	545
460nm	Before treatment	107.5	86.2	81.1	0.377	0.596	547
ST'D=206-01	Treated sample	91.0	73.6	69.1	0.372	0.598	547

Table 2 Luminescent properties of samples with the highest brightness



[Tables and Figures]

Table 1.  $\lambda_p$  When respective alkaline earth elements were used

ionic radius ( $\text{\AA}$ )

Table 2 Luminescent properties of samples with the highest brightness

Fig. 1 Luminescence spectra of  $(\text{M}_{0.97}, \text{Eu}_{0.03})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2$   
(EX=400nm)

Fig. 2 Change of reflection · excitation spectra by treatment

before treatment (excitation)

acid treatment + classification (excitation)

before treatment (reflection)

acid treatment + classification (reflection)